MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO:

PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, ALDEA NIZUC

ÍNDICE DE CONTENIDO

A) ANTECEDENTES 9
B) AUTORIZACIONES 9
C) RESPECTO EL PROYECTO: 12
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 13
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO. 13
I.1.1 Nombre del proyecto 13
I.1.2 Ubicación del proyecto 13
I.1.3 Duración del proyecto. 13
I.2 DATOS DE LA PROMOVENTE 13
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. 13
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES 13
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL 13
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES 13
I.3 RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 13
I.3.1 Nombre o razón social. 13
I.3.2 Representante Legal 13
I.3.3 Dirección del responsable técnico para oír y recibir notificaciones. 13
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 14
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 14
II.1.1 Naturaleza del proyecto 14
II.1.2 Selección del Sitio. 16
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización 16
II.1.4 Características particulares y Dimensiones del Proyecto. 20
II.1.5 Planta de Osmosis Inversa (POI). 20
II.1.6 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. 24
II.1.7 Operatividad de los Sistemas 27
- VOLUMEN DE AGUA SALOBRE A EMPLEAR (ENTRADA): 35
- VOLUMEN DE AGUA PRODUCTO (AGUA POTABLE TRATADA): 35

- VOLUMEN DE RECHAZO (AGUA SALOBRE CONCENTRADA): 35

II.1.8 Inversión requerida. 40

II.1.9 Programa general de trabajo 40

II.1.10 Descripción de las etapas del proyecto 40

II.1.10.1 Preparación del sitio 40

II.1.10.2 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto 41

II.1.10.3 Etapa constructiva y requerimientos de insumos. 41

II.1.11 Manejo de maquinaria y equipo. 44

II.1.12 Etapa de operación y mantenimiento 45

II.1.13 Descripción de obras asociadas al proyecto 46

II.1.14 Etapa de abandono del sitio 46

II.1.15 Utilización de explosivos 47

II.1.16 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 47

II.1.17 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos ... 49

III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y REGULACIÓN DE USO DE SUELO. 51

III.1 LEYES Y REGLAMENTOS NACIONALES 53

III.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA). 53

III.1.2 Ley General de Vida Silvestre (LGVS). 59

III.1.3 Ley General de Cambio Climático (LGCC) 59

III.1.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento 62

III.1.5 Ley General de Bienes Nacionales y Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar 66

III.1.6 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 68

III.2 ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS, PLANES DE DESARROLLO URBANOS Y ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 69

III.2.1 Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (27 febrero 2014) 70

III.2.2 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Benito Juárez 2022 92

III.3 PROGRAMA DECRETOS Y PROGRAMAS DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CARÁCTER FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL 96

III.3.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES 96

III.3.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ESTATALES 99
III.3.3 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS MUNICIPALES 100
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 101
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA 105
IV.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS AMBIENTAL DEL ESPACIO DE ACTUACIÓN. 105
IV.2 ASPECTOS ABIÓTICOS REGIONALES 105
ASPECTOS ABIÓTICOS 105
IV.2.1 Clima 106
IV.2.2 Humedad relativa 107
IV.2.3 Depresiones y tormentas tropicales 107
IV.2.4 Intemperismos severos 108
IV.2.5 Inundaciones 109
IV.2.6 Fisiografía 110
IV.2.7 Geomorfología 111
IV.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS REGIONALES. 123
IV.3.1 MEDIO SOCIOECONÓMICO 123
IV.3.2 Población 124
V. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 132
V.2 MÉTODO UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 133
A) DESCRIPCIÓN Y VALOR DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS 135
VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN PARA CADA UNO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS. 146
VI.1 GENERALES 146
VI.2 CRITERIOS PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS. 146
VI.3 VALORACIÓN DE IMPACTOS 147
VI.4 MEDIDAS PROPUESTAS 147
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 157
VII.1 Pronóstico del escenario 157
VII.2 Escenario Ambiental Modificado 157
VII.4 Conclusiones 162
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 163

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA II.1-1 COORDENADAS UTM WGS84 DONDE SE UBICARÁ LA POI 19

TABLA II.1-2 COORDENADAS UTM WGS84 DE UBICACIÓN DE LOS POZOS DE EXTRACCIÓN Y UN POZO DE RECHAZO..... 19

TABLA II.1-3 COORDENADAS UTM WGS84 DONDE SE UBICARÁ LA PTAR 19

TABLA II.1-4 COORDENADAS UTM WGS84 DE UBICACIÓN DEL POZO DE ABSORCIÓN DE LA PTAR .. 19

TABLA II.1-5 PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA POI AL INTERIOR DE ALDEA NIZUC..... 21

TABLA II.1-6 PARÁMETROS OPERATIVOS DE DISEÑO DE LA PTAR 25

TABLA II.1-7 CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS ÁREAS DE APROVECHAMIENTO DE LA PTAR 26

TABLA II.1-8 PARÁMETROS QUE SERÁN GENERADOS POR EL PROCESO DE LA POI 31

TABLA II.1-9 PARÁMETROS DEL EFLUENTE A OBTENER POR LOS PROCESOS DE LA PTAR..... 39

TABLA II.1-10 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA 40

TABLA III.1-1. VINCULACIÓN JURÍDICO-AMBIENTAL CONSIDERANDO LA NATURALEZA DEL PROYECTO Y LO ESTABLECIDO EN LA LGEEPA Y EL REIA. 56

TABLA III.1-2.VINCULACIÓN JURÍDICO-AMBIENTAL CONSIDERANDO LA NATURALEZA DEL PROYECTO Y LO ESTABLECIDO EN LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. 59

TABLA III.1-3. VINCULACIÓN JURÍDICO-AMBIENTAL CONSIDERANDO LA NATURALEZA DEL PROYECTO Y LO ESTABLECIDO EN LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO. 62

TABLA III.1-4. VINCULACIÓN JURÍDICA CONSIDERANDO LA NORMATIVA RELACIONADA CON LA ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE Y LA NATURALEZA DEL PROYECTO. 66

TABLA III.1-5. VINCULACIÓN JURÍDICO-AMBIENTAL CONSIDERANDO LA LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL Y LA NATURALEZA DEL PROYECTO. 69

TABLA III.2-1 VINCULACIÓN DE LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL DEL POELMBJ CON EL DESARROLLO DEL PROYECTO. 72

TABLA III.2-2 VINCULACIÓN DE LOS CRITERIOS REGULACIÓN ECOLÓGICA DE APLICACIÓN URBANA PARA LA UGA 21, CON EL DESARROLLO DEL PROYECTO. 80

TABLA III.3-1.LISTADO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES UBICADAS EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO, MÁS LA QUE COMPARTE CON LOS ESTADOS DE CAMPECHE Y YUCATÁN. 97

TABLA III.3-2. LISTADO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CARÁCTER ESTATAL EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO[§]. 99

TABLA III.3-3.LISTADO DE NORMAS OFICIALES MEXICANAS A APLICAR DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO. 102

TABLA IV.2-1. MUNICIPIOS QUE CONFORMAN EL ESTADO DE QUINTANA ROO A LA FECHA. 123

TABLA IV.2-2 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR GRANDES GRUPOS DE EDAD EN 2020 125

TABLA IV.2-3 DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL POR GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD Y SEXO..... 125

TABLA IV.2-4 MAYOR CONCENTRACIÓN POBLACIONAL EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES 126

TABLA IV.2-5 INFRAESTRUCTURA VIAL DEL MPIO. BENITO JUÁREZ 128

TABLA IV.2-6 COBERTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS EN EL MPIO. DE BENITO JUÁREZ 128

TABLA V-1 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES DEL MEDIO QUE PUEDEN SER AFECTADOS. 133

TABLA V-2 IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES SUSCEPTIBLES DE GENERAR REPERCUSIONES AMBIENTALES NEGATIVAS 133

TABLA V-3 PARÁMETROS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE LA POI..... 138

TABLA V-4 PARÁMETROS DEL EFLUENTE A OBTENER POR LOS PROCESOS DE A PTAR 138

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA II.1-1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LOTE 3, MZA. 61, INTERIOR ALDEA NIZUC, ZONA HOTELERA, BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO..... 17

FIGURA II.1-2 UBICACIÓN DE LA POI DENTRO DEL ÁREA COMÚN, SERVICIOS PROYECTADA EN ALDEA NIZUC. 18

FIGURA II.1-3 DISEÑO DE LA POI 20

FIGURA II.1-4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y CUARTO DE ÓSMOSIS DE LA POI PRETENDIDA A EDIFICAR EN EL PRESENTE PROYECTO 22

FIGURA II.1-5. DISEÑO DE LA PTAR A INSTALARSE EN EL PROYECTO. 25

FIGURA II.1-6. DISEÑO DEL POZO DE APROVECHAMIENTO DE LA POI..... 33

FIGURA II.1-7. DISEÑO DEL POZO DE INYECCIÓN DE AGUA DE RECHAZO DE LA POI 34

FIGURA III.2-1.UBICACIÓN DE LOS POLÍGONOS DONDE SE PRETENDE LA INSTALACIÓN DE LAS POI Y PTAR DEL PROYECTO CON RESPECTO A LA REGIONALIZACIÓN PRESENTADA EN EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO. 71

FIGURA III.2-2. UBICACIÓN DEL DISTRITO URBANO 8-B, DE ACUERDO CON LA DIVISIÓN PRESENTADA EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DEL POBLACIÓN CANCÚN, BENITO JUÁREZ, EN DONDE SE UBICAN LOS POLÍGONOS PRETENDIDOS PARA INSTALAR Y OPERAR EL PROYECTO..... 93

FIGURA III.2-3. UBICACIÓN DE LOS POLÍGONOS DESTINADOS A LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE LA POI Y LA PTAR EN LOS USOS DE SUELO APLICABLES AL PDUCPC 2022..... 94

FIGURA III.3-1 UBICACIÓN DE LOS POLÍGONOS EN DONDE SE PRETENDE INSTALAR LAS POI Y PTAR AL INTERIOR DEL PREDIO DEL PROYECTO "ALDEA NIZUC"..... 99

FIGURA III.3-2.UBICACIÓN DE LOS POLÍGONOS DONDE SE PRETENDE LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE LA POI Y LA PTAR CON RESPECTO AL ANP CARÁCTER ESTATAL MÁS CERCANA. 100

FIGURA III.3-3.UBICACIÓN DE LOS POLÍGONOS DONDE SE PRETENDE LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE LA POI Y LA PTAR CON RESPECTO AL ANP DE CARÁCTER MUNICIPAL MÁS CERCANA 101

FIGURA IV.2-1 CLIMA PRESENTE EN LA ZONA DE ESTUDIO DONDE SE UBICA EL PROYECTO EN COMENTO 106

FIGURA IV.2-2. SURGIMIENTO Y TRAYECTORIA DE LOS CICLONES TROPICALES QUE LLEGAN A IMPACTAR LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, INCLUYENDO EL ESTADO DE QUINTANA ROO. 108

FIGURA IV.2-3. TRAYECTORIA DE TORMENTAS TROPICALES, REPRESENTADA POR LAS LÍNEAS VERDES, Y HURACANES, QUE INCIDEN SOBRE EL ESTADO DE QUINTANA ROO, EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN. 110

FIGURA IV.2-4. VARIACIÓN ALTITUDINAL EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO. 111

FIGURA IV.2-5. VARIACIÓN ALTITUDINAL EN LOS POLÍGONOS PRETENDIDOS DEL PRESENTE PROYECTO EN BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO. 111

FIGURA IV.2-6. GEOLOGÍA EN EL PREDIO DEL PROYECTO Y ÁREA DE INFLUENCIA LA CIUDAD DE CANCÚN Y MPIO. BENITO JUÁREZ, TOMADO COMO BASE LA INFORMACIÓN DEL INEGI PUBLICADA EN 1996, RETOMADA POR EL SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO. 112

FIGURA IV.2-7 LOCALIZACIÓN DE LOS POLÍGONOS PRETENDIDOS A UBICAR LA POI Y LA PTAR AL INTERIOR DEL LOTE DEL PROYECTO ALDEA NIZUC..... 116

FIGURA IV.2-8 TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA DIPOLO-DIPÓLO DEL SITIO ESTUDIADO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO 117

FIGURA IV.2-9 SECCIÓN GEOLÓGICA REPRESENTATIVA DEL SITIO ESTUDIADO 118

FIGURA IV.2-10 SECCIÓN GEO ELÉCTRICA L2..... 121

FIGURA IV.2-11 PATRÓN MEDICIONES UTILIZADO EN LA SECCIÓN ELÉCTRICA DIPOLO-DIPOLO. 122

A) Antecedentes

Constitución de la empresa promovente y acreditación de personalidad del apoderado:

-
-
- .

B) AUTORIZACIONES

Este predio cuenta con autorizaciones previas, las cuales se enumeran a continuación:

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Quintana Roo (SEMARNAT), la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto "PUERTO NIZUC", de pretendida ubicación en el Lote 03, de la Manzana 61, en la Zona Hotelera de Cancún, en el Municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo.

ii. Que el 17 de octubre de 2006, la SEMARNAT emitió el oficio 04/SGA/1074/06 a través del cual autorizó en materia del impacto ambiental, el desarrollo de las obras y actividades del proyecto "PUERTO NIZUC" de pretendida ubicación en el Lote 03, de la Manzana 61, en la Zona Hotelera de Cancún, en el Municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo con una superficie de 101,972.71 m^2.

iii. Que mediante oficio de fecha 2 de mayo de 2007, se presentó a la SEMARNAT el Programa para el Rescate y Reubicación de la Fauna Silvestre, en cumplimiento a la Condicionante 3.

iv. Que mediante oficio de fecha 2 de mayo de 2007 se presentó a la SEMARNAT el Programa para Preservar sitios de Anidación y Reproducción de *Ctenosaura similis* y *Vireo Pallens*, en cumplimiento a la Condicionante 4.

v. Que mediante oficio de fecha 24 de julio de 2007, se presentó a la SEMARNAT el Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, en cumplimiento a la Condicionante 9.

vi. Que mediante oficio de fecha 24 de julio de 2007, se presentó a la SEMARNAT el Programa de Monitoreo, en cumplimiento a la Condicionante 10.

vii. Que el 10 de mayo de 2007, la promovente en cumplimiento al TÉRMINO PRIMERO del oficio 04/SGA/1074/06 presentó a la SEMARNAT el documento técnico y plano correspondiente a la "Modificación del proyecto Puerto Nizuc".

viii. Que el 18 de septiembre de 2007, la promovente presentó el primer Informe de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente al proyecto. Se adjunta memoria fotográfica que muestra el avance de las actividades de desmonte al interior del predio.

ix. Que mediante oficio número 04/SGA/1500/09, la SEMARNAT da por presentada la información correspondiente al Primer Informe de cumplimiento de Términos y Condicionantes del proyecto.

x. Que el 27 de octubre de 2009, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto. Se adjunta memoria fotográfica que muestra el avance de las actividades de desmonte al interior del predio.

xi. Que el 14 de diciembre de 2009, personal de la Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el estado de Quintana Roo (PROFEPA), practicó una visita de inspección al predio, la cual derivo en el Acta de inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0120-09. En el acto se circunstanció la remoción de vegetación de una superficie de 55,683.34 m^2 de vegetación de matorral costero, así como la existencia de 42,288.37 m^2. Por otro lado, se asentó la presencia de aproximadamente una superficie de 4,000 m^2 de manglar.

xii. Que el 27 de octubre de 2010, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto. Se adjunta memoria fotográfica que muestra el avance de las actividades de desmonte al interior del predio.

xiii. Que el 5 de marzo de 2010, la PROFEPA emitió la RESOLUCIÓN No. 017/2010, a través del cual se acuerda que no se desprende violación a disposición legal alguna en materia de impacto ambiental toda vez que la inspeccionada contaba con autorización de impacto ambiental para la remoción de vegetación de matorral costero en la superficie circunstanciada en el Acta, por lo que se ha verificado el cumplimiento a la autorización número 04/SGA/1074/06.

xiv. Que mediante oficio número 04/SGA/1464/10 de fecha 23 de noviembre de 2010, la SEMARNAT da por presentada la información correspondiente al Segundo Informe de cumplimiento de Términos y Condicionantes del proyecto.

xv. Que el 21 de octubre de 2014, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto.

xvi. Que el 03 de noviembre de 2015, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto.

xvii. Que el 27 de octubre de 2016, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto.

xviii. Que el 01 de noviembre de 2017, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto.

xix. Que el 11 de octubre de 2018, se presentó a la SEMARNAT y el 12 de octubre de 2018 a la PROFEPA el cambio de representante legal.

xx. Que el 08 de octubre de 2018, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto.

xxi. Que el 19 de julio de 2019, mediante oficio 04/SGA/1564/19 la SEMARNAT, se dio por enterada sobre el informe anual y procede incorporarlo al expediente administrativo.

xxii. Que el 04 de noviembre de 2019, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto.

xxiii. Que el 13 de enero de 2021, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto.

xxiv. Que el 10 de diciembre de 2021, la SEMARNAT otorgó a la promovente, el oficio N.º 04/SGA/1899/2021, mediante el que autorizan la modificación requerida, en la cual se impusieron nuevas condiciones a la realización de la obra o actividad de que se trata. Dicha modificación autorizada consistió en:

- Cambio de nombre del proyecto de "Puerto Nizuc" a **"Aldea Nizuc"**, por lo que a partir de la emisión del oficio N.º 04/SGA/1899/2021, deberá referirse como **"Aldea Nizuc" y hacer siempre referencia como "antes Puerto Nizuc"**.

- Se ajusta la distribución y área de desplante de las obras, con superficie de aprovechamiento de 61,123.15 m^2.
- Aumento de las superficies de las áreas de conservación y ajardinadas a 40,849.56 m^2.
- Se mantiene el 100% (3,546.99 m^2) de vegetación de manglar ubicado al interior del predio como área de Conservación.
- Los usos de suelo de "Aldea Nizuc", así como las superficies y el número de unidades de vivienda, que componen cada Subcondominio (SB) y Área Común (AC) se indican en la tabla anexa en dicho oficio.

xxv. Que el 15 de diciembre de 2022, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto.

xxvi. Que el 15 de diciembre de 2023, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto.

xxvii. Que el 13 de diciembre de 2024, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto.

xxviii. Que con fecha 30 de octubre de 2025, mediante el Documento número 23DEZ-04576/2510, se ingresó ante la SEMARNAT, Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo, el Aviso de Cambio de Representante Legal de la sociedad mercantil.

xxix. Que el 25 de noviembre de 2025, la empresa promovente presentó el Informe anual de cumplimiento de Términos y Condicionantes correspondiente del proyecto.

xxx. Que el 27 de noviembre de 2025, la SEMARNAT otorgó a la promovente a través del oficio N.º 04/SGA/1691/2025, la autorización de la modificación indicada en el acuerda Segundo. en la cual se impusieron nuevas condiciones a la realización de la obra o actividad de que se trata. Dicha modificación autorizada consistió en:

- Se ajusta la distribución y el área de desplante de las obras en el predio con superficie total de 101,972.71 m^2.

Tabla 2.-Superficies y Densidad de la nueva modificación

Subcondominio (SB)	Turístico Uso	SB Superficie de desplante (m^2)	Densidad No. Unidades
SB-01	COMERCIAL ESPECTACULO Y RECREACIÓN	10,063.99	----------
SB-02		197.52	----------
SB-03	SPA	2,565.04	----------
SB-04	VIVIENDA	5,063.41	163
SB-05	VIVIENDA	4,765.32	163
SB-06	VIVIENDA	4,865.20	158
SB-07	VIVIENDA	4,307.30	9
SB-08	VIVIENDA	4,673.60	9
SB-09	VIVIENDA	5,035.83	9
SB-10-11	COMERCIAL ESPECTACULO AREAS DE USOS MULTIPLES	11,647.02	----------
SB-12	VIVIENDA	5,500.17	9
SB-13	COMERCIAL ESPECTACULO Y RECREACIÓN	4,083.19	0
Suma 1		**62,767.59**	**520**

AREAS COMUNES (AC)	Superficie (m^2)
SERVICIOS, (PTAR)*	1,081.67
SERVICIOS, (POI)*	344.95
VIALIDAD, BANQUETA, CIRCULACION Y CAMELLON	13,242.71
Suma 2	14,669.33

CONSERVACIÓN	Superficie (m^2)
MANGLE	3,546.99
MATORRAL COSTERO	20,988.80
Suma 3	**24,535.79**

Suma 1 + Suma 2 + Suma 3: Predio (m^2)=	**101,972.71m^2**

***Nota: La presente modificación no autoriza PTAR ni POI, la superficie de AC (Áreas comunes) son para servicios posteriores.**

- Las superficies de las áreas verdes (conservación y ajardinadas) y otras áreas permeables aumentan a 42,706.10 m^2.

Se mantiene el 100% (3,546.99 m^2) de vegetación de manglar ubicado al interior del predio como área de Conservación, por lo queen ésta superficie no se realizará ningún tipo de obra o actividad, más que la conservación en su estado natural.

C) Respecto el PROYECTO:

- El proyecto denominado **"Planta de Ósmosis Inversa y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Aldea Nizuc"** se localizará dentro del polígono general en el que se desarrolla el proyecto "Aldea Nizuc", anteriormente identificado como "Puerto Nizuc", en las áreas de desplante de las áreas comunes indicadas en la modificación 04/SGA/1691/2025 de fecha 27 de noviembre de 2025. En el marco de dicha modificación, se requiere autorización en materia del impacto ambiental para el presente proyecto que contempla la **instalación y operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)** en una superficie de **857.49 m²**, que incluye el espacio necesario para la construcción de un **pozo de absorción (PA)** destinado a la descarga del efluente tratado. Asimismo, se proyecta la **construcción de una Planta de Ósmosis Inversa (POI)** sobre una superficie de **344.95 m²**, que contará con los elementos necesarios para su operación, incluyendo **dos pozos de extracción (PE)** y un **pozo de rechazo (PR)**, conforme a la ingeniería básica del sistema.

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1 Datos generales del proyecto.

I.1.1 Nombre del proyecto

PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, ALDEA NIZUC.

I.1.2 Ubicación del proyecto.

Lote 03, de la Manzana 61, en la Zona Hotelera de Cancún, en el Municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo.

I.1.3 Duración del proyecto.

Se solicitan un (1) año para la instalación y 99 años para las etapas de operación y mantenimiento.

I.2 Datos de la Promovente

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto denominado **"Planta Desaladora por Ósmosis Inversa y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Aldea Nizuc"**, se desarrollará al interior del predio ubicado en el Lote 3, Manzana 6, sobre el Boulevard Kukulcán, en Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, donde actualmente se ejecuta el proyecto inmobiliario **"Aldea Nizuc", antes "Puerto Nizuc"**. Las obras hidráulicas se localizarán en dos áreas destinadas para áreas comunes, identificado como futura zona de servicios, ambas previa evaluación y autorización ambiental mediante el presente ingreso de Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P).

El proyecto contempla la construcción y operación de dos sistemas independientes, pero complementarios, por un lado, la Planta de Ósmosis Inversa (POI) tiene como objetivo el aprovechamiento sustentable del agua salobre del subsuelo para la producción de agua potable, a través de un sistema de desalinización que incluye dos pozos de extracción, un sistema de filtración, pretratamiento y doble etapa de ósmosis inversa, así como la disposición del agua de rechazo a través de un pozo profundo de descarga; ésta ocupará una superficie de 344,95 m^2, e incluirá un tanque de almacenamiento parcialmente enterrado y sistemas de control automatizado. La POI garantizará un suministro constante de agua con calidad inferior a 500 mg/L de TDS, alineado con los parámetros establecidos para el consumo humano.

Por otro lado, se plantea la construcción y operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que dará tratamiento biológico a las aguas residuales generadas dentro del complejo Aldea Nizuc, mediante un proceso de lodos activados secuencial que permitirá el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-2021 para descargas a cuerpos receptores, y de la NOM-003-SEMARNAT-1996 para reúso en servicios públicos. Esta planta se ubicará en un área de 857.49 m^2, donde también se integrará la construcción de un pozo de absorción, como infraestructura final de infiltración del efluente tratado. El diseño del sistema garantiza eficiencia operativa, calidad ambiental y sostenibilidad en el manejo integral del agua.

Ambas instalaciones forman parte de una estrategia integral de gestión hídrica dentro del desarrollo, y su ingreso se sustenta en las resoluciones emitidas previamente por SEMARNAT: Resolución de Autorización Condicionada mediante oficio No. 04/SGA/1074/06, de fecha 17 de octubre de 2006, así como sus modificaciones autorizadas a la promovente de las cuales, surge la necesidad de la presente solicitud.

En virtud de lo anterior, se tiene que la naturaleza del proyecto encuadra en los supuestos de los artículos 28 de la LGEEPA, y 5, inciso A fracciones VI y XII, de su REIA, los cuales establecen lo siguiente:

LGEEPA

"ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar

desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

REIA

"ARTÍCULO 5: Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

A) HIDRÁULICAS:

I (…)

VI Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales, excepto aquellas en las que se reúnan las siguientes características:

a) Descarguen líquidos hasta un máximo de 100 lts/seg, incluyendo las obras de descarga en la zona federal
b) (…)

XII Plantas desaladoras;

Desde el marco legal aplicable, el proyecto que se presenta a través de esta Manifestación de Impacto Ambiental se diseñó bajo lo indicado en los criterios y especificaciones establecidas en el decreto mediante el cual se establece la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POELMBJ), publicado el 27 de febrero de 2014, en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Así como, en el uso de suelo y parámetros aplicables en el Programa Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún, Benito Juárez 2022 (PDUCPC), publicado 16 de septiembre de 2022, en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado.

Conforme a lo anterior el predio, se encuentran dentro de la UGA 21 denominada "Zona Urbana de Cancún" del POELBJ.

En el POELMBJ para la UGA 21 quedó establecido que tanto los parámetros de aprovechamiento y los usos compatibles e incompatibles fueran los indicados en el programa de desarrollo urbano vigente. En virtud de lo anterior, el lote 3, se ubica en el Distrito Urbano 8-B del PDUCPC, definido como zona turística, lo que de acuerdo con manifestado en el programa de desarrollo urbano se caracteriza por contar *con los servicios turísticos hoteleros de la ciudad y los accesos a playas públicas, además de contar con actividades náuticas, por lo que su población representa el 0.3% de la población total.*

La instalación y operación de la POI y la PTAR cumplirán con los principios de equidad e inclusión que permita tener el equipamiento suficiente para abatir rezagos, con la obtención de ciudades sustentables y resilientes que cuenten con la capacidad de contar con el correcto abasto de agua potable y tratamiento de aguas residuales, además de impulsar tecnologías de energías renovables, por lo que es el factible su instalación y operación.

II.1.2 Selección del Sitio.

Para la selección del sitio se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

La ubicación propuesta para la instalación de la Planta Desaladora mediante Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), al interior del predio donde actualmente se desarrolla el proyecto denominado "Aldea Nizuc" (anteriormente "Puerto Nizuc"), obedece a criterios técnicos, operativos, ambientales y de ordenamiento territorial. Estos criterios han sido evaluados y validados por la Unidad de Gestión Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), conforme a lo dispuesto en la Resolución de Autorización Condicionada emitida mediante el oficio No. 04/SGA/1074/06 de fecha 17 de octubre de 2006, a favor de la empresa, para la ejecución del proyecto original "Puerto Nizuc".

Posteriormente, la viabilidad del ajuste y continuidad del desarrollo fue confirmada mediante las autorizaciones de modificación al proyecto otorgadas a través de los oficios No. 04/SGA/1899/2021 y 04/SGA/1691/2025, emitidos a favor de la misma promovente. Ambos instrumentos establecen formalmente la factibilidad física, operativa y ambiental de los polígonos definidos para la localización de la infraestructura hídrica, garantizando así su compatibilidad con los criterios de desarrollo sustentable y normatividad aplicables.

Asimismo, el proyecto contempla el acceso a la infraestructura necesaria para su correcta operación, cuenta con el suministro de energía eléctrica por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), así como el abastecimiento de agua potable mediante la red de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA).

No se consideran ubicaciones alternativas para estas instalaciones, dado que el predio actual ofrece las condiciones óptimas para la instalación y operación eficiente de ambas plantas, facilitando la integración del sistema hidráulico y de saneamiento al conjunto del proyecto de forma técnica y ambientalmente adecuada.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El sitio destinado para la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se localiza en el Lote 3, Manzana 61, sobre el Blvd. Kukulcán, en la Zona Hotelera de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. En cuanto a sus colindancias, el predio limita al norte, este y oeste con zonas de vegetación y áreas naturalmente inundables, mientras que hacia el sur-sureste colinda directamente con el Boulevard Kukulcán, lo cual facilita el acceso vial y logístico al sitio.

En la Figura II.1-1, se muestra su ubicación geográfica usando las coordenadas geográficas de las tablas.

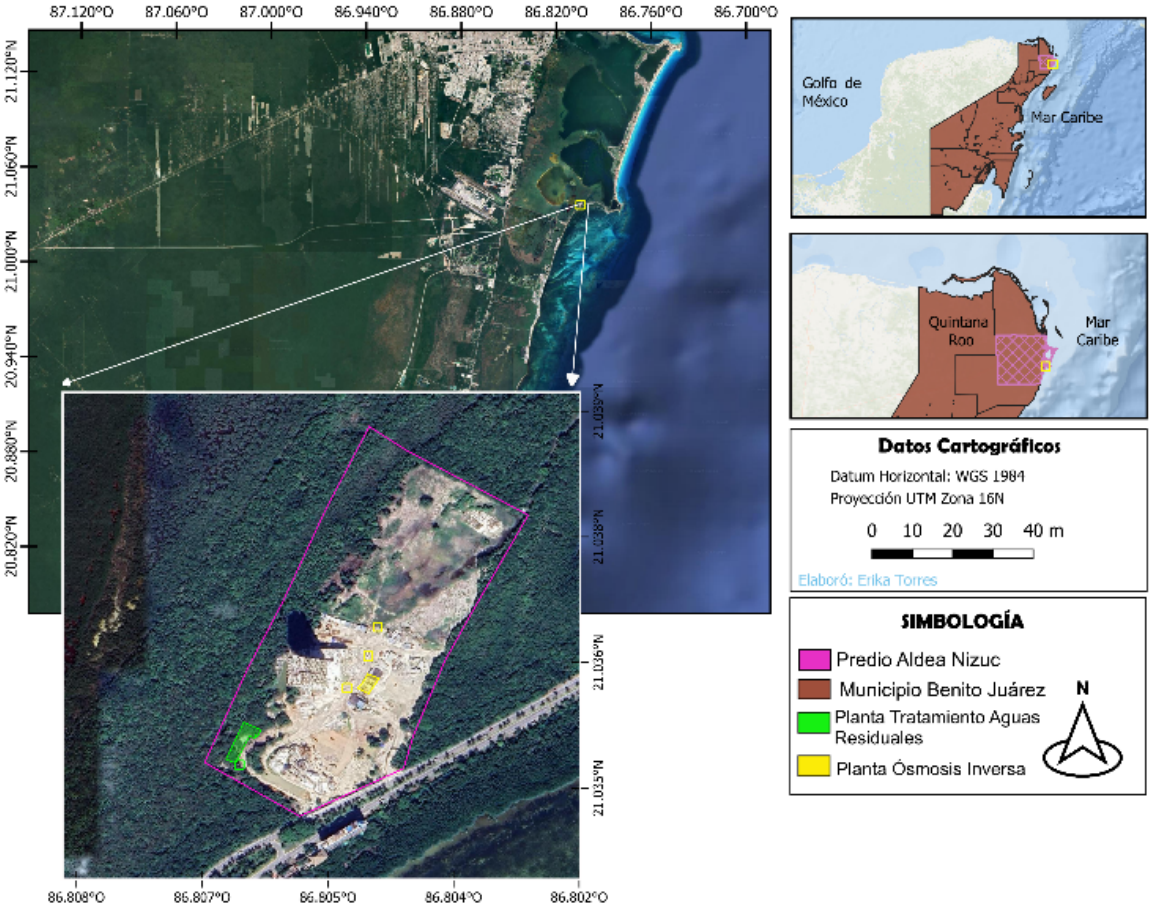


Figura II.1-1. Ubicación geográfica del Lote 3, Mza. 61, interior Aldea Nizuc, Zona Hotelera, Benito Juárez, Quintana Roo.

En la siguiente imagen (Figura II.1-2) se observará la zona destinada a ubicar la POI (Planta de Ósmosis Inversa) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) al interior del Lote 3; en las Tablas II.1-1, II.1-2, II.1-3 y II.1-4 se muestran las coordenadas de la ubicación de éstas, con sus respectivos pozos de extracción y de rechazo; así como el pozo de absorción de a PTAR.

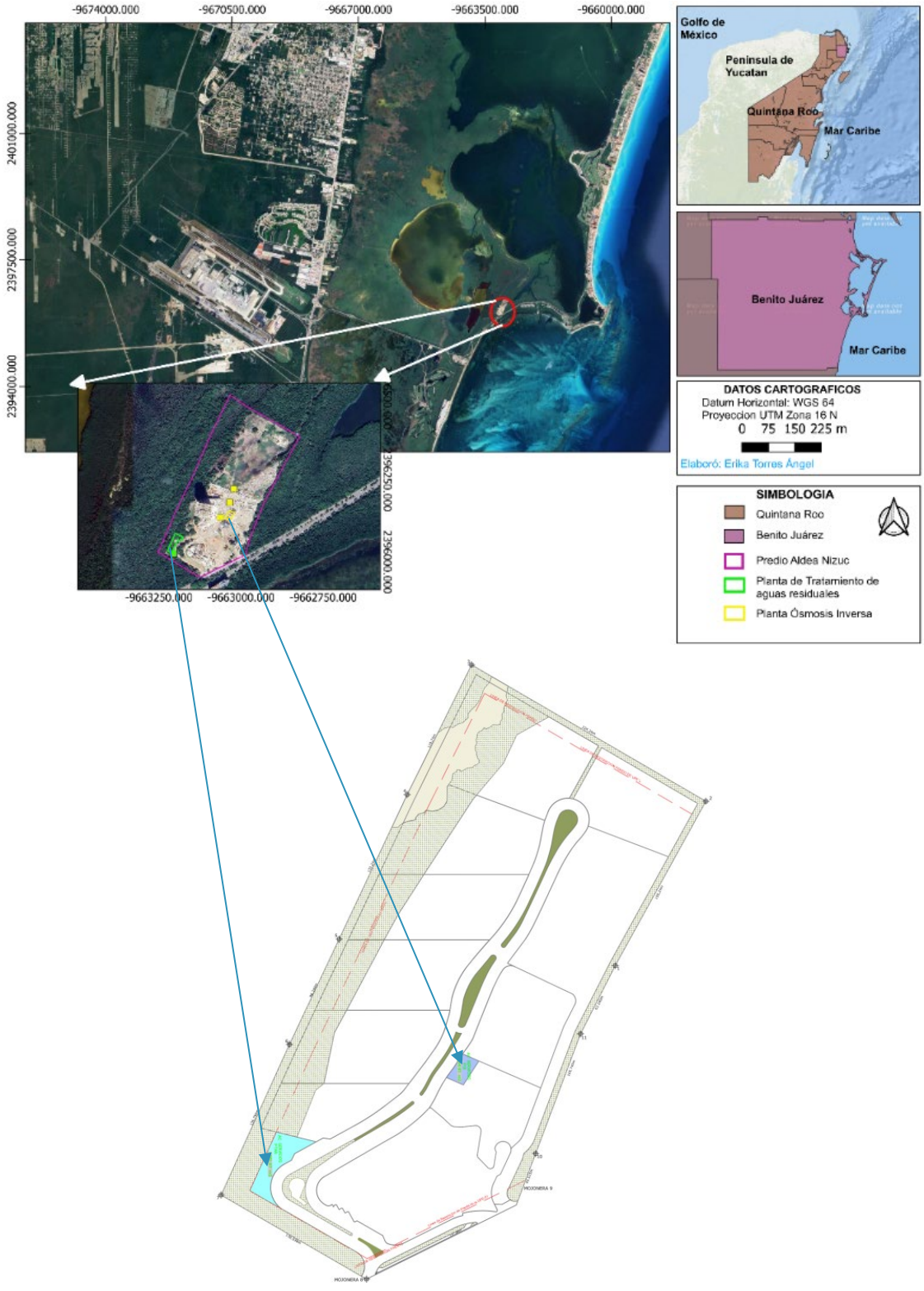


Figura II.1-2 Ubicación de la POI dentro del área común, servicios proyectada en Aldea Nizuc.

Tabla II.1-1 Coordenadas UTM WGS84 donde se ubicará la POI

Vértice	Coordenadas desplante de la POI.	
	X	Y
1	520,298.5913	2,326,110.0644
2	520,312.5631	2,326,103.9773
3	520,325.4429	2,326,123.7570
4	520,311.9778	2,326,129.6208
5	520,310.3617	2,326,127.0713
6	520, 308.5660	2,326,124.3409
7	520,304.2826	2,326,117.8279
8	520,302.0604	2,326,114.9443
9	520,299.2678	2,326,111.1370
	Superficie Total:	344.95 m²

Tabla II.1-2 Coordenadas UTM WGS84 de ubicación de los pozos de extracción y un pozo de rechazo

Concepto	Coordenadas ubicación de los Pozos.	
	X	Y
Pozo Extracción (PE1)	520,311.5858	2,326,153.9995
Pozo Extracción (PE2)	520,323.4621	2,326,191.6363
Pozo Rechazo (PR1)	520,285.9257	2,326,111.4482

Tabla II.1-3 Coordenadas UTM WGS84 donde se ubicará la PTAR

Vértice	Coordenadas desplante de la PTAR.	
	X	Y
1	520,147.4492	2,326,011.2786
2	520,164.0965	2,326,047.9515
3	520,171.2308	2,326,044.7161
4	520,172.8969	2,326,048.3917
5	520, 174.2485	2,326,047.7791
6	520,175.4387	2,326,048.4322
7	520,178.7060	2,326,055.6400
8	520,157.9169	2,326,065.0851
9	520,135.9000	2,326,016.5137
	Superficie Total:	857.49 m²

Tabla II.1-4 Coordenadas UTM WGS84 de ubicación del pozo de absorción de la PTAR

Concepto	Coordenadas ubicación de los Pozos.	
	X	Y
Pozo Absorción	520,152.4275	2,326,009.3918

II.1.4 Características particulares y Dimensiones del Proyecto.

II.1.5 Planta de Osmosis Inversa (POI).

La **"Planta de Ósmosis Inversa (POI)"** se establecerá en una superficie de 344.95 m^2 y tendrá como función principal la desalinización de agua salobre proveniente del subsuelo, con el objetivo de producir agua potable para el abastecimiento del conjunto habitacional. El sistema de la marca H2O Innovación, modelo HSW-1200X2-126, estará diseñado para operar con una capacidad de producción de hasta 1,200 m^3/día, utilizando tecnología de membranas con una tasa de recuperación del 42-45%. Para esto, se necesitarán 2,998 m^3/día de agua salobre como fuente de extracción y se generarán aproximadamente 1,799 m^3/h de agua de rechazo. El agua potable producida tendrá una concentración de sólidos disueltos totales inferior a 500 ppm, basándose en una fuente de agua salobre de toma directa de pozo con una concentración máxima de 36,000 ppm de sólidos disueltos totales.

A continuación, en la Figura II.1-3 se muestra la distribución de la planta de desalinización (POI), ubicada dentro de la zona de servicios, como parte del proyecto "Aldea Nizuc, antes Puerto Nizuc".

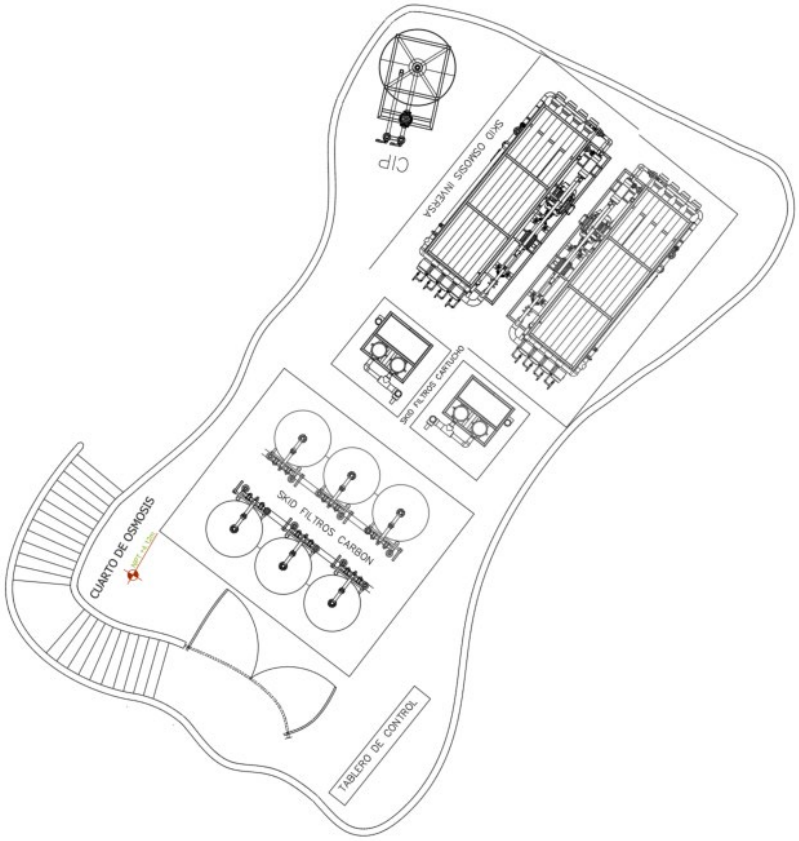


Figura II.1-3 Diseño de la POI

La propuesta técnica considera tuberías críticas en cabezales a la descarga de la bomba de alta presión y rechazo y para las partes húmedas de la bomba de alta presión.

Los parámetros de diseño son los siguientes:

Tabla II.1-5 Parámetros de diseño de la POI al interior de Aldea Nizuc

Componente	Cantidad
Número de módulos	Uno
Arreglo	(7:0)
Flujo de extracción	550 gpm (2,998 m^3/d)
Flujo de agua producto	220 gpm (1,199 m^3/d)
Flujo de rechazo	330 gpm (1,799 m^3/d)
GFD	9.4
Recuperación	42 - 45%
Concentración de SDT en agua de extracción	36,000 ppm
Concentración de SDT en agua producto	<500.0 ppm
Presión de operación	60 bar
Temperatura del agua	<20°C
PH agua extracción	8,1
Turbidez máxima	<1 NTU
Dosis de inhibidor de incrustaciones	2 mg/l

El sistema estará fabricado en acero inoxidable, incluyendo tanto la estructura principal como el conjunto de cabezales y la tubería de alta presión, los cuales estarán construidos en acero inoxidable con aleación dúplex 2205, garantizando alta resistencia a la corrosión, durabilidad mecánica y compatibilidad con los requerimientos operativos del proceso de ósmosis inversa.

El módulo estará equipado con cuarenta y nueve membranas para tratamiento de agua salobre, marca CSM o equivalente, instaladas en siete recipientes de presión marca Protec. Cada membrana contará con un área de filtración de 400 ft^2 y un rechazo de sales del 99.8%.

Los recipientes de presión (porta membranas), fabricados en polímero reforzado con fibra de vidrio (FRP), están diseñados para operar a una presión máxima de 1,000 psi, y cada uno alojará siete membranas. El sistema se conformará bajo un arreglo tipo 12:0, utilizando seis membranas por recipiente dentro del rack de ósmosis inversa para agua salobre.

El sistema incluirá un tablero de control con instrumentación marca Signet y un controlador lógico programable (PLC) de la marca Allen Bradley. Además, se incorporará un sistema de monitoreo remoto, complementado con una interfaz de usuario (Panel View) tipo pantalla táctil, para la visualización en tiempo real de los parámetros operativos.

Se tendrá un recuperador de energía tipo PX marca fedco, para lograr obtener un bajo consumo de energía la cual será un ERI/PEI con el cual se estima que el consumo de energía del sistema será de aproximadamente 2.33 Kw/m^3.

Así mismo, la POI tendrá tres filtros ZEOLITA multimedia (dual media) de operación manual con lechos de arena y antracita. Diámetro de 63" x 67" en FRP de operación manual, área de

filtración de 21.6 ft^2, tasa de filtración de 4.5 gpm/ft^2. Equipados con manifold de 5 válvulas tipo mariposa.

Contará también con Filtros de cartucho, esto es, están arreglados en un sistema vertical con 12 cartuchos de polipropileno extruido (40" largo, 1 micra). Diseñado para operar hasta 600 psi.

El Dosificador del inhibidor de incrustaciones estará conformado por un sistema de inyección química controlado mediante una bomba de diafragma, donde la dosificación será entre 2-5 mg/L. El tanque de almacenamiento del dosificador será de 200 L.

El tanque de almacenamiento estará enterrado y contará con un volumen total de 1,232 m^3, con una altura interior de 6.00 m.

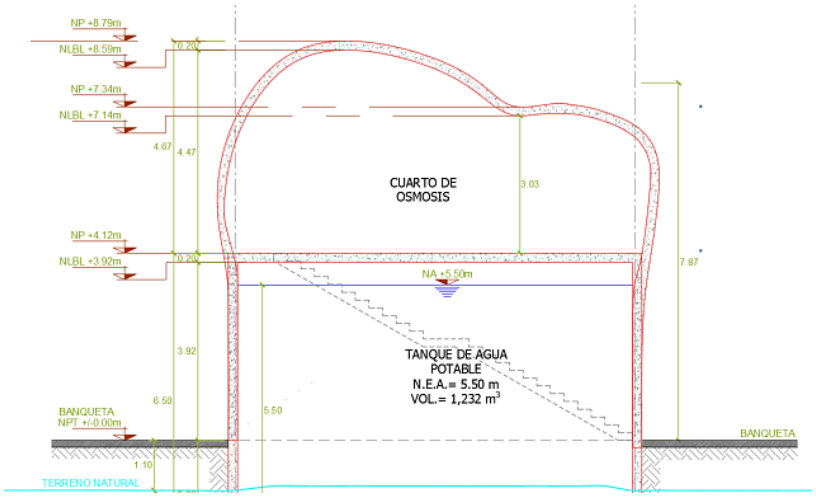


Figura II.1-4 Tanque de Almacenamiento de agua potable y cuarto de ósmosis de la POI pretendida a edificar en el presente proyecto

Igualmente se tendrá también una unidad de limpieza CIP, conformada por un tanque de 1,300 litros con una bomba centrífuga horizontal, con una recirculación de solución de limpieza cada 15% de disminución de caudal o aumento de presión.

Además, se contará con una bomba centrífuga de alta presión por módulo con motor de 150 HP marca FEDCO con parte húmedas de dúplex 2205 de material de fundición de mayor durabilidad y bajo mantenimiento.

La planta contará con 2 pozos de extracción de agua bruta, edificados a una profundidad de 40 m y 1 pozo de inyección de rechazo, que tendrá una profundidad de 100 m. En la primera fase se construirá un pozo (1+Reserva) de captación y un pozo de rechazo.

El caudal de cada pozo de extracción va a ser de 120 m^3/h y el del pozo de inyección de 63 m^3/h. De esta manera, cuando la planta está finalizada funcionarán 2 pozos de captación y un pozo de inyección de forma simultánea.

Los pozos de extracción (extracción), así como el pozo de rechazo se situarán en la vialidad interna, localizados al otro lado de esta área y serán perforados conforme las indicciones de la NOM-003-CNA-1996, que establece los requisitos de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos y la NOM-003-CNA-1997, que establece los requisitos de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

En etapas posteriores, se proporcionará una descripción detallada de las características técnicas de los pozos.

Proceso de Tratamiento:

El proceso de desalinización por ósmosis inversa utilizado en este proyecto consiste en filtrar el agua salobre para retener minerales e impurezas, logrando así un producto de alta calidad con bajo contenido salino; en el cual, como parte integral del sistema se contemplan dos torres de desgasificación, cuya función principal es eliminar gases disueltos en el agua de extracción antes de su paso por el tren de membranas, estas unidades tienen un papel crítico tanto en el rendimiento del sistema como en la protección de los equipos y componentes involucrados en el proceso.

El proceso inicia con la introducción de agua salobre a un flujo de 550 galones por minuto (gpm) y una concentración de sólidos disueltos totales de 36,000 partes por millón (ppm) hacia los filtros dual media. Aquí, el agua se hace pasar a través de lechos filtrantes de arena y antracita para remover sólidos suspendidos mayores a 20 micras. El filtro está equipado con un manifold con cinco válvulas manuales tipo mariposa.

Posteriormente, el agua filtrada y acondicionada es impulsada por una bomba de alta presión hacia el banco de membranas. Estas membranas reducen la salinidad del agua desde 36,000 ppm a menos de 500 ppm, generando un flujo de 550 gpm con una tasa de recuperación del 42 al 45% del flujo inicial, obteniéndose un total de 2,998 m^3/día de agua potable[1].

El agua rechazada, que representa aproximadamente el 60% del total procesado, posee una concentración de sales significativamente mayor comparada con el agua de abastecimiento inicial, debido a la concentración de sales retenidas por las membranas.

Las dos torres de desgasificación que se utilizarán en la POI serán empleadas para eliminar gases disueltos como el dióxido de carbono (CO2) y el oxígeno (O2) del agua. El CO2 disuelto puede formar ácidos al combinarse con el agua, lo que a su vez puede reducir el pH del agua tratada y causar corrosión en los equipos y tuberías; también la presencia de CO2 puede reducir la eficiencia de las membranas empleadas en el proceso, por lo que dicha eliminación de gases disueltos ayuda a prolongar la vida útil de las membranas y mejorar la eficiencia del proceso de desalinización. La eliminación del oxígeno es igual de importante para evitar la oxidación y la corrosión de componentes de la planta.
Así mismo, dichas torres de desgasificación ayudarán a estabilizar y ajustar el pH del agua antes de que pase por el sistema de ósmosis inversa.

[1] Es la calidad de agua que el equipo va a producir en el año 1 según la corrida del fabricante de las membranas sin embargo podemos garantizar que mientras el agua de alimentación sea de 36,000 ppm el equipo producirá agua que estará por debajo de los 350 ppm de sdt por al menos 3 años.

Las POI operará con energía eléctrica, por lo que las emisiones directas de gases contaminantes a la atmósfera de ésta y las torres serán mínimas o nulas por varios motivos; primeramente, al utilizar energía limpia y renovable, la planta no producirá emisiones directas de gases de efecto invernadero ni otros contaminantes asociados con la quema de combustibles fósiles; y si bien las torres de desgasificación eliminarán gases disueltos como el CO_2 y el O_2 del agua, estos gases, en las concentraciones manejadas por la POI, no constituirán una fuente significativa de contaminación atmosférica, ya que la cantidad de CO_2 liberada por este proceso es relativamente baja y es parte del carbono biogeoquímico ya presente en el ciclo natural del agua. Además, el CO_2 que se liberará a través de las torres de desgasificación es generalmente el mismo CO_2 que estaba previamente disuelto en el agua salobre, por lo que no contribuirá a un aumento neto en los niveles de CO_2 atmosférico.
Por lo tanto, la operación de las torres de desgasificación en sí no introduce contaminante químicos ni partículas en la atmósfera, ya que los gases a liberar son principalmente naturales y ya forman parte del aire que nos rodea.

El sistema de desalinización estará compuesto por un ensamblaje de dos patines, filtros duales media, un sistema de filtración de membrana en una sola etapa, un sistema de limpieza y lavado, y un subsistema de tratamiento posterior, complementado con diversas piezas instrumentales para el control y monitoreo eficaz del proceso.

II.1.6 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) proyectada para instalar al interior del predio donde se construye "Aldea Nizuc" se localizará en el área común AC-5 del predio, ocupando una superficie de 857.49 m^2. Su objetivo principal es tratar las aguas residuales generadas por el conjunto habitacional mediante un sistema biológico secuencial de lodos activados, garantizando su cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-2021 para descarga en cuerpos receptores, y la NOM-003-SEMARNAT-1996 para reutilización en servicios públicos.

Seguidamente, en la Figura II.1-5 se muestra la distribución de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), ubicada dentro del predio donde se construye Aldea Nizuc.

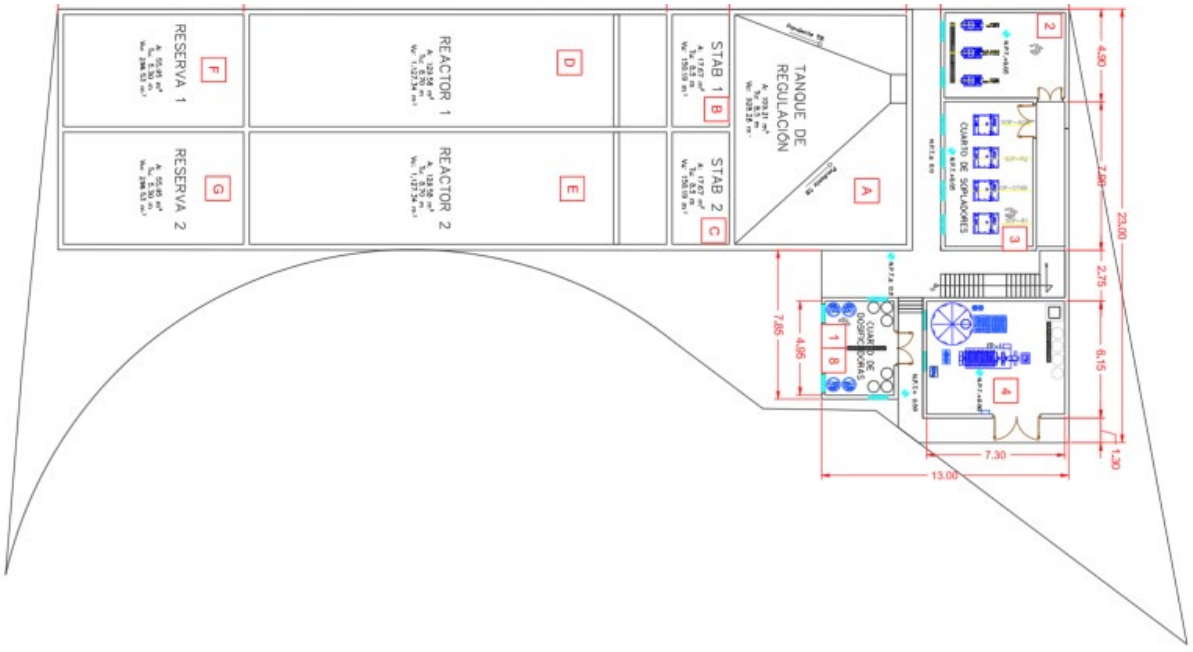


Figura II.1-5. Diseño de la PTAR a instalarse en el proyecto.

Los parámetros de diseño son los que a continuación se manifiestan:

Tabla II.1-6 Parámetros operativos de diseño de la PTAR

Componente	Cantidad
Caudal de diseño	2,240 m^3/día
Caudal promedio	25.9 L/s
Flujo máximo para pretratamiento	51.85 L/s
Velocidad de desarenado	0.30 M/s
Numero de vaciados diarios	4
Flujo mínimo de vaciado	103.7 L/s
Volumen de descarga por vaciado	560 m^3
Demanda de oxígeno	1,22.24 kg O_2/día
Carga másica F/M	0.25
Edad de lodos	9.5 días
Producción de lodos	2,284.8 kg MS/día
Volumen de digestores	380.8 m^3

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del presente proyecto será de la marca Bios Pro S® la cual tiene una tecnología de tratamiento automático de agua residual que ofrece múltiples ventajas:

- Control sencillo e interactivo con pantalla táctil.
- Control a distancia en conjunto con especialistas
- Compacta y libre de olor
- Modular en 1 o varias etapas
- Calidad constante de agua clarificada
- Bajo consumo energético
- Posibilidad de reutilización del agua tratada libre de riesgos sanitarios.

Clasificación general de las áreas de aprovechamiento de la PTAR a instalar al interior del predio donde se construye el proyecto Aldea Nizuc se manifiestan a continuación:

Tabla II.1-7 Clasificación general de las áreas de aprovechamiento de la PTAR

Concepto	Superficie (m^2)	%
Tanque de regulación	91.67	10.69
Cuarto de sopladores	33.32	3.88
Cuarto de Dosificadoras (2)	24.40	2.84
Tanques de estabilización (2)	34.16	3.98
Cuarto de control y laboratorio	80.64	9.40
Cuarto de prensa	46.35	5.40
Tanques estabilización lodo 1 y lodo 2	34.16	3.98
Área de Reactor 1 y 2	259.16	30.22
Área de reserva 1 y 2	111.54	13.00
Circulaciones	142.09	16.57
Total	857.49	100.00

Dicha PTAR estará conformada por una serie de componentes diseñados para garantizar una operación eficiente y ambientalmente adecuada. En primer lugar, contará con un cárcamo de bombeo equipado con un sistema de cribado fino en acero inoxidable, el cual permitirá la retención de sólidos gruesos e inorgánicos no biodegradables provenientes del sistema de drenaje sanitario. Este cárcamo operará de forma hermética y estará equipado con bombas tipo traga-sólidos con capacidad para manejar partículas de hasta 2.5 pulgadas, un sistema de izaje motorizado, así como sensores que detectarán la saturación de los sacos de retención, activando alarmas automáticas cuando sea necesario.

Posteriormente, las aguas residuales pasarán a través de desarenadores herméticos, diseñados como canales de tratamiento completamente sellados. Estos equipos tendrán como función la separación de arenas y partículas sedimentables, y su estructura evitará la emisión de contaminantes y malos olores, además de facilitar las labores de mantenimiento periódico.

En la etapa secundaria de tratamiento se ubicarán los reactores biológicos secuenciales (SBR), que realizarán ciclos alternos de tratamiento, clarificación y vaciado. Estos reactores estarán equipados con sistemas de microdifusión de aire en el fondo, lo que garantizará una transferencia óptima de oxígeno. Cada reactor contará con un volumen útil de 1,127.34 m^3 y dispondrá de una zona de premezcla que permitirá una extracción continua incluso durante la fase de decantación.

La clarificación será realizada en una zona integrada y automatizada, provista con una válvula motorizada tipo compuerta, la cual permitirá la ejecución de vaciados programados. El agua clarificada será almacenada en un tanque de regulación con un volumen útil de 928.26 m^3, donde permanecerá antes de ser descargada o reutilizada, según corresponda.

Para el manejo de lodos generados durante el proceso, la PTAR contará con dos estabilizadores de lodos, cada uno con un volumen útil de 150.19 m^3; su función principal será espesar y estabilizar el lodo excedente en condiciones aeróbicas. Asimismo, se dispondrá de

dos unidades de reserva para lodos, con una capacidad de 280.53 m^3 cada una, destinadas al almacenamiento temporal previo al proceso de deshidratación.

El sistema contará también con un digestor aeróbico cuya función será reducir la carga orgánica residual de los lodos, disminuyendo así los olores y facilitando su manejo. La deshidratación del lodo se realizará mediante un sistema integrado por un filtro prensa y una bomba de doble diafragma de operación semiautomática, que permitirá el acondicionamiento y evacuación eficiente del lodo estabilizado.

El funcionamiento de todos estos procesos será supervisado y controlado a través de gabinetes eléctricos con protección NEMA, equipados con PLC (Controlador Lógico Programable) y pantalla táctil, desde donde se podrá monitorear, ajustar y automatizar cada etapa del tratamiento. Finalmente, la planta dispondrá de un cuarto de dosificadoras químicas, en el cual se almacenarán e inyectarán los reactivos necesarios para desinfección o control de parámetros operativos.

La PTAR contempla la disposición final del efluente tratado mediante infiltración profunda, a través de un pozo de absorción especialmente diseñado para descargas de agua sin contaminantes, éste tendrá una profundidad de 100 m, teniéndose la zona de inyección entre los 60 y 100 m; dicho pozo cumple con los lineamientos técnicos establecidos por la NOM-003-CNA-1996 y la NOM-003-SEMARNAT-1997; éste estará ubicado dentro de la misma zona AC-5, destinada a la infraestructura técnica con control de acceso y sin interferencia con áreas habitacionales. Más adelante se detallarán las características técnicas de éste.

II.1.7 Operatividad de los Sistemas

Operatividad de la Planta de Ósmosis Inversa

El funcionamiento de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) de la marca H2O Innovación, modelo HSW-1200X2-126, está basado en un proceso de tratamiento altamente especializado, que permite transformar agua salobre, con una concentración inicial de hasta 36,000 ppm de sólidos disueltos totales (SDT), en agua potable de excelente calidad, con concentraciones finales inferiores a 500 ppm de SDT. Este sistema opera bajo un esquema de etapas secuenciales que optimizan la eficiencia energética, la vida útil de los componentes y la calidad del agua producto.

El proceso inicia con la captación del agua salobre, mediante pozos diseñados para extraer un flujo continuo de hasta 550 galones por minuto (gpm). Esta agua es conducida a la zona de pretratamiento, donde pasa por filtros multimedia y filtros de cartucho. Los primeros están compuestos por lechos de arena y antracita, capaces de remover partículas en suspensión mayores a 20 micras; mientras que los cartuchos de polipropileno extruido retienen partículas menores a una micra, asegurando una protección eficiente del sistema de membranas.

Posteriormente, el agua es sometida a una dosificación química precisa, en la que se introduce un inhibidor de incrustaciones; este paso es crucial para prevenir la formación de depósitos minerales sobre la superficie de las membranas, lo cual podría reducir significativamente su eficiencia y durabilidad.

Una vez acondicionada, el agua es impulsada por una bomba de alta presión hacia el banco de membranas, donde se lleva a cabo el proceso de ósmosis inversa. En esta etapa, las membranas semipermeables permiten la retención de sales y compuestos disueltos, generando un flujo de agua tratada de aproximadamente 220 gpm, lo que representa una tasa de recuperación del 42 al 45%. De forma paralela, se genera un flujo de rechazo estimado en 330 gpm, compuesto por el agua concentrada en sales que no fue permeada.

El sistema cuenta con un módulo de control de calidad automatizado, mediante el cual se monitorea en tiempo real la conductividad del permeado. En caso de que los parámetros no cumplan con los estándares establecidos, se activa una válvula motorizada que desvía el flujo fuera del sistema de distribución, garantizando que únicamente agua de calidad óptima llegue a su destino.

Antes del almacenamiento final, el agua producto pasa por un proceso de desgasificación, a través de torres diseñadas para eliminar gases disueltos como dióxido de carbono (CO_2) y oxígeno (O_2), cuya presencia puede afectar el pH del agua e inducir corrosión en las tuberías y equipos. Esta etapa permite estabilizar químicamente el agua y asegurar la compatibilidad con los materiales del sistema de distribución.
El almacenamiento del agua tratada se realiza en un tanque de 1,232 m^3 de capacidad, parcialmente enterrado, desde donde podrá ser distribuida a las distintas áreas del desarrollo. Por su parte, el flujo de rechazo, que contiene una concentración elevada de sales (alrededor de 31,000 ppm) y una temperatura entre 28 y 31 °C, es conducido hacia un pozo profundo de inyección, diseñado para verter el agua en una capa acuífera salina, ubicada entre los 60 y 100 metros de profundidad.

El sistema completo opera con energía eléctrica y está controlado mediante un conjunto de gabinetes con especificación NEMA 12, que integran alarmas visuales y sonoras, así como un PLC (Controlador Lógico Programable) y una pantalla táctil que permiten alternar entre modos de operación manual y automática, asegurando un funcionamiento confiable, seguro y fácilmente monitoreable.

En cuanto a su cumplimiento ambiental, la POI ha sido diseñada para cumplir cabalmente con las disposiciones establecidas en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, además de que dé cumplimiento a la NOM-127-SSA1-2021 y la NOM-230-SSA1-2002, respecto la salud ambiental en agua para uso y consumo humano.

En relación con el proceso operativo de la planta desalinizadora de agua salobre, se describe a continuación el pretratamiento necesario para el agua salobre antes de su conducción a través de las membranas, que son componentes cruciales de la planta.

1. Pretratamiento del Agua Salobre.

Como parte del proceso operativo de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) proyectada para la operación del proyecto Aldea Nizuc, se contempla una etapa de pretratamiento físico y químico del agua salobre, cuya función es garantizar que el flujo de extracción hacia las membranas llegue en condiciones óptimas. Esta etapa es fundamental para proteger la integridad del sistema de ósmosis inversa, reducir la frecuencia de mantenimiento, alargar la vida útil de las membranas y mejorar el desempeño hidráulico general del sistema.

El agua de extracción, con una concentración de sólidos disueltos totales de hasta 36,000 ppm, será sometida a un pretratamiento conformado por los siguientes tres componentes esenciales:

a. Filtros multimedia

El proceso inicia con el paso del agua salobre por tres filtros multimedia de operación manual. Cada uno está diseñado con lechos filtrantes compuestos por arena sílica, grava y antracita, lo que permite remover eficazmente partículas en suspensión mayores a 20 micras. Estos filtros están equipados con un sistema de distribución superior e inferior, y un manifold con cinco válvulas tipo mariposa que permiten alternar entre las funciones de servicio, retrolavado y enjuague.
Durante la fase de servicio, el agua fluye desde la parte superior, atraviesa los lechos filtrantes y es recolectada en la parte inferior a través de un sistema de colectores internos. Cuando la presión diferencial entre la entrada y la salida supera los 15 psi, se activa un retrolavado manual, que consiste en la inyección de agua a contracorriente desde la base del filtro, provocando la expansión del lecho y la liberación de sólidos acumulados. Esta operación tiene una duración estimada de 20 a 30 minutos y se realiza con una frecuencia definida por el monitoreo operativo. Posteriormente, se lleva a cabo un enjuague de limpieza de aproximadamente 10 a 15 minutos, que permite eliminar residuos del retrolavado antes de reiniciar la operación normal.

b. Filtro pulidor de cartuchos

Después de pasar por los filtros multimedia, el agua es conducida hacia un filtro de cartuchos, cuya función es eliminar partículas finas mayores a 1 micra que pudieran haber quedado en suspensión. Este filtro está fabricado en fibra de vidrio reforzada (FRP) y polipropileno, lo que asegura resistencia química frente al contacto constante con agua salobre. En su interior se alojan doce cartuchos de polipropileno extruido, con una longitud de 40 pulgadas, los cuales son elementos desechables con una vida útil de aproximadamente 30 días en operación continua. La sustitución de estos cartuchos se programa cuando se detecta una caída de presión mayor a 12 psi, lo que indica obstrucción o saturación del medio filtrante.

c. Sistema de dosificación de inhibidor de incrustaciones

Previo al ingreso al sistema de ósmosis inversa, se realiza la dosificación de un inhibidor químico de incrustaciones que evita la precipitación de sales inorgánicas, como carbonatos y sulfatos, sobre las membranas. Esta etapa es crucial para mantener la eficiencia de filtración y reducir la necesidad de limpiezas correctivas. El inhibidor se inyecta directamente en la línea de extracción, justo antes del filtro de cartuchos, mediante una bomba dosificadora de diafragma, con regulación manual de caudal y frecuencia de pulsación. La dosis recomendada oscila entre 3 y 5 ppm, dependiendo de la calidad del agua de captación. El sistema cuenta con un tanque de almacenamiento de 200 litros en polietileno de alta densidad, lo que garantiza disponibilidad constante de producto químico y seguridad operativa

Es fundamental proporcionar una descripción más detallada de los procesos involucrados en la desalación de agua salobre que se realiza en la planta. Los siguientes son los procesos clave que forman parte de esta operación:

2. Desalinización

Una vez que el agua ha sido debidamente pretratada, es impulsada por una bomba de alta presión hacia el banco de membranas, donde se lleva a cabo el proceso de ósmosis inversa, núcleo del sistema de desalación. Esta bomba es del tipo centrífugo horizontal, de la marca Fedco, acoplada a un motor eléctrico de 150 HP, con partes húmedas fabricadas en acero dúplex 2205, materiales de alta resistencia a la corrosión y a presiones elevadas.

El banco de membranas está conformado por cuarenta y nueve elementos de 8 pulgadas de diámetro por 40 pulgadas de longitud, de la marca CSM o equivalente, dispuestos en siete recipientes de presión Protec (configuración 7:0). Estas membranas están diseñadas para rechazar el 99.8% de las sales disueltas en el agua, lo que permite reducir la concentración de sólidos disueltos totales desde aproximadamente 36,000 ppm hasta valores inferiores a 500 ppm en el agua producto.

Con un caudal de extracción de aproximadamente 550 gpm, el sistema es capaz de recuperar entre el 42 y 45% del flujo como agua tratada (220 gpm), mientras que el restante 330 gpm corresponde al flujo de rechazo, que contiene la salinidad concentrada y es dirigido al pozo profundo de descarga. Las membranas operan a un flux (flujo superficial) de 9.4 galones por día por pie cuadrado, valor que garantiza un equilibrio adecuado entre eficiencia, vida útil y mantenimiento de los módulos de filtración.

3. Unidad de Limpieza de Membranas (CIP)

La planta estará equipada con una unidad de limpieza en sitio (CIP, por sus siglas en inglés: Clean-In-Place), indispensable para garantizar la operatividad y longevidad de las membranas. Esta unidad permitirá realizar limpiezas químicas periódicas, tanto preventivas como correctivas, de los módulos de ósmosis inversa.

La unidad CIP se compone de un tanque de fondo cónico con capacidad de 1,300 litros, una bomba centrífuga horizontal, y las conexiones necesarias para recircular la solución de limpieza a través de los recipientes de presión. La operación de limpieza se programa cada vez que se detecta una reducción del 15% en el flujo de permeado, o bien, cuando se observa un aumento similar en la presión de extracción, lo que puede indicar ensuciamiento o incrustación.

Durante el proceso de limpieza, se prepara una solución específica (alcalina o ácida, según el tipo de contaminante) en el tanque CIP. Esta solución es bombeada hacia las membranas, recirculada durante 30 a 45 minutos, y posteriormente drenada. Una vez concluida la limpieza, se realiza un enjuague con agua de permeado para eliminar residuos químicos antes de reiniciar la operación. Este enjuague también se ejecuta automáticamente al término de cada ciclo operativo diario, con el fin de evitar la precipitación de sales durante los periodos de inactividad.

4. Sistema de Desgasificación o Sistema de Filtración por medio de KDF para remoción del ácido sulfhídrico en agua de permeado.

Como parte de las acciones de acondicionamiento final del agua producto, la planta contará con un sistema de desgasificación, cuya finalidad es eliminar gases disueltos como dióxido de

carbono (CO_2), oxígeno (O_2) y, en caso necesario, ácido sulfhídrico (H_2S), los cuales pueden afectar la calidad del agua o los materiales del sistema.
El sistema estará compuesto por una torre desgasificadora de tiro natural o forzado, o alternativamente, por un sistema de filtración tipo KDF (Kinetic Degradation Fluxion), especialmente diseñado para remover gases disueltos del agua de permeado. La eliminación del CO_2 permite estabilizar el pH del agua, evitando la formación de ácido carbónico, mientras que la remoción del O_2 reduce el riesgo de corrosión interna en tuberías, bombas y tanques.
En caso de detectarse presencia significativa de ácido sulfhídrico, el sistema podrá complementarse con un dosificador de hipoclorito de sodio o un alimentador de tabletas desinfectantes, para garantizar la neutralización del gas y la calidad del agua. Todo el sistema de desgasificación se encontrará automatizado y conectado al centro de control eléctrico de la planta, bajo especificaciones NEMA 12, y contará con alarmas visuales y sonoras, así como selectores para alternar entre operación automática y manual.
Este proceso no representa riesgos ambientales, ya que los gases liberados son propios del ciclo natural del agua y no constituyen fuentes significativas de contaminación atmosférica. La operación del sistema será silenciosa, segura y sin emisiones nocivas, cumpliendo con los principios de sostenibilidad del proyecto.

Los parámetros para generarse por el proceso de la Planta de Osmosis Inversa son:

Tabla II.1-8 Parámetros que serán generados por el proceso de la POI

Parámetros	Agua cruda	Agua producto	Agua rechazo	Anotación
Caudal (m^3/d)	4,500	2,000	2,500	El volumen de agua aprovechable en la península de Yucatán está establecido por el Consejo de Cuenca en 12,750 millones de m^3 anuales. El aprovechamiento requerido para el proceso de desalación de agua salobre, a fin de obtener agua potable mediante ósmosis inversa, es de 876,000 m^3 anuales.
Temperatura (°C)	26.6 a 29	27 a 28	28-31	La temperatura de vertimiento es igual o 3 °C por arriba del agua de aprovechamiento.
Sólidos disueltos totales (mg/l)	3,000 a 4,000	250	4,350 a 6,000	Los sólidos disueltos totales estarán, en el punto de descarga, entre 350 y 2000 mg/l por arriba del parámetro natural. La situación será asimilada en una rápida dilución en el acuífero profundo.
Oxígeno disuelto (mg/l)	3 a 4	3 a 4	3 a 4	El oxígeno disuelto no presenta variaciones
pH	7.65 a 7.8	6.5 a 8.0	8.0 a 8.2	El pH presenta una variación hacia la alcalinidad mínima que va de .35 a .55
Salinidad (PPM)	36,000	500 a 250	31.000	El agua vertida es menos salina que la existente en el freático profundo. De esto se espera, al igual que para los Sólidos disueltos totales, una rápida dilución.

La utilización de los pozos de descarga autorizados para el vertimiento profundo de salmuera (-80 m) puede afectar las características químicas del agua subterránea. Sin embargo, el agua permanecerá libre de patógenos y mantendrá un pH entre 7.65 y 7.8

Parámetros	Agua cruda	Agua producto	Agua rechazo

Caudal (m^3/d)	4,500	2,000	2,5000
Temperatura (°C)	26.6 a 29	27 a 28	28-31
Sólidos disueltos totales (mg/l)	3,000 a 4,000	250	4,350 a 6,000
Oxígeno disuelto (mg/l)	3 a 4	3 a 4	3 a 4
pH	7.65 a 7.8	6.5 a 7.5	7.0 a 8.0
Salinidad (PPM)	36,000	500	31.000

Características principales de los pozos.

Los dos pozos de aprovechamiento (1 pozos para la primera fase + 1 de reserva), tendrán cada uno un caudal de diseño de 120 m^3/h (equivalente a aproximadamente 33.3 L/s), con un aprovechamiento anual estimado de 876,000 m^3. Ambos estarán equipados con medidores de flujo tipo totalizador para efectos de fiscalización conforme a los lineamientos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

El pozo de rechazo manejará un volumen anual aproximado de 657,000 m^3, con una tasa de inyección promedio de 2,500 m^3/día, y también contará con medidor totalizador para el monitoreo de caudales descargados.

En cuanto a las características constructivas de los pozos, éstas cumplirán con las especificaciones técnicas establecidas en la NOM-003-CNA-1996. Al concluir la perforación de los pozos de extracción se permite un periodo de reposo de 24 horas antes de proceder a la toma de muestras de agua para análisis fisicoquímicos cada 5 metros. Finalizados los análisis, se realizará el registro eléctrico para determinar la conductividad del pozo. Adicionalmente, se recolectan muestras pétreas a cada metro perforado para su análisis y valoración por parte de la Comisión Nacional del Agua. Posteriormente, se introduce una barrena al fondo del pozo para la desinfección con cloro y el sifoneo según lo estipulado por la normativa aplicable. Este mismo procedimiento se aplica al pozo de rechazo, asegurando así el cumplimiento de los estándares requeridos, tal y como se describirá en los siguientes párrafos.

A. Perforación de pozos

Se procederá a la perforación de dos (2) pozos de aprovechamiento, cada uno con un diámetro de 300 mm, utilizando una máquina rotatoria equipada con barreno tricónico de puntas de diamante hasta alcanzar una profundidad de 40 metros.

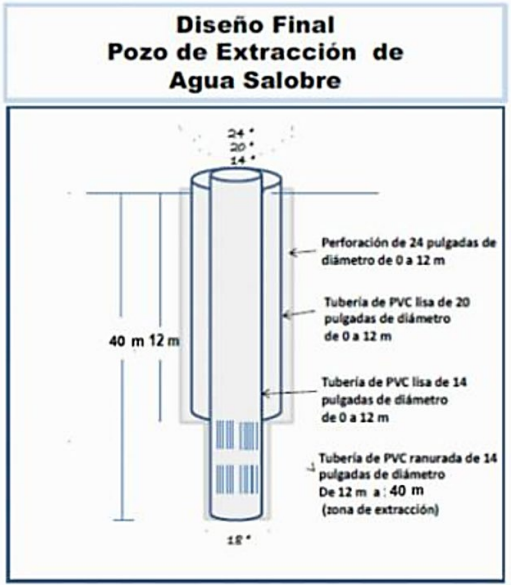


Figura II.1-6. Diseño del Pozo de aprovechamiento de la POI

Para el suministro y colocación de éstos, se utilizará tubería de PVC contrademe de 14 pulgadas de diámetro.

Además, se instalará tubería lisa y ranurada de PVC de 10 pulgadas de diámetro para revestir el pozo. Esto permitirá la entrada de agua salobre mientras se bloquea la infiltración de material granular, tanto natural como artificial, lo anterior para ademar el pozo.

En consecuencia, se llevará a cabo un análisis fisicoquímico cada 5 metros de profundidad para verificar el cumplimiento con las normativas de la Comisión Nacional del Agua (CNA), conforme a la NOM-003-CNA-1996 y también se realizará un registro eléctrico que será presentado ante la CNA, siguiendo los lineamientos de la misma normativa.

Por otro lado, se construirá un (1) pozo destinado a la descarga de rechazo de la planta desaladora. Este pozo se perforará hasta una profundidad de 100 metros, utilizando una técnica similar que incluye máquina rotatoria con barreno tricónico de puntas de diamante y un diámetro de 300 mm.

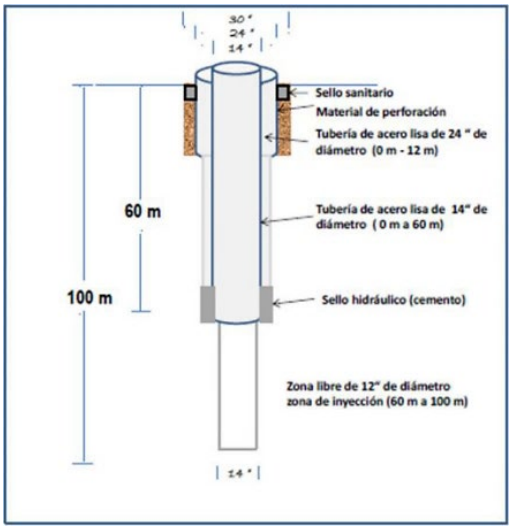


Figura II.1-7. Diseño del pozo de inyección de agua de rechazo de la POI

El suministro y la instalación de tubería lisa y ranurada de PVC de 10 pulgadas de diámetro se realizarán también para estos pozos (ademar), asegurando la adecuada estructuración y funcionalidad del sistema.

B. Equipamiento de Pozos

Se detalla a continuación el equipamiento para los pozos:

1. *Instalación de Bombas Sumergibles:*

- Marca: GRUNDFOS.
- Capacidad: 344 gpm.
- Motor: 20 Hp, 440 Vca, 60 Hz, trifásico.
- Material: Acero Inoxidable Tipo 904L, adecuado para agua salobre.
- Componentes adicionales: Tubería de montaje en pozo de 3 pulgadas PVC Ced. 80, válvula de corte, válvula check, cable de sujeción, válvula de muestreo y tablero de control Nema 4x con desconectador para mantenimiento.

2. *Instalación de Sistema Integral de Monitoreo y Transmisión de Conductividad Eléctrica (SIMTCA-H) para Pozo de Captación:*

- Incluirá: Comunicación GPRS con protocolo TCP, medidor de calidad, data logger para almacenamiento de datos, memoria no volátil de 4 Gb, y sistema de telemetría con servicio de comunicación y entrega de datos conforme a las reglas operativas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- Montaje: Gabinete IP66 para intemperie, con calibración y programación incluidas.

3. *Instalación de Sistema de Monitoreo y Transmisión de Flujo de Agua con Totalizador M5000:*

- Uso: Para pozos de captación y de rechazo.
- Incluye: Tres medidores de flujo de 4.0 pulgadas para los pozos de aprovechamiento y dos medidores de flujo de 3 pulgadas para los pozos de rechazo.
- Características adicionales: Almacenamiento de datos, cumplimiento con la normativa de la CONAGUA.
- Montaje: Gabinete IP66 para intemperie, incluyendo calibración y programación.

Volumen de Agua salobre y Parámetros de Entrada/Salida de la POI

La Planta de Ósmosis Inversa (POI) diseñada para el proyecto ubicado al interior del desarrollo autorizado "Aldea Nizuc", en el Lote 3, contempla el aprovechamiento de agua salobre como fuente primaria para la producción de agua potable mediante el proceso de desalinización.

- Volumen de agua salobre a emplear (entrada):

Caudal de captación: 550 galones por minuto (gpm)
Conversión a metros cúbicos por día:

$$550 \text{ gpm} \times 3.7854 \text{ (L/gal)} \times (1 \text{ m}^3/1000 \text{ L}) \times 60 \text{ min/h} \times 24 \text{ h/día} \approx 2{,}998.05 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen de agua salobre de entrada: *aproximadamente 2,998 m^3/día*

- Volumen de agua producto (agua potable tratada):

Caudal de producción de permeado: 220 gpm
Conversión a metros cúbicos por día:

$$220 \text{ gpm} \times 3.7854 \times (1/1000) \times 60 \times 24 \approx 1{,}199.22 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen de agua potable producida: *aproximadamente 1,199 m^3/día*

- Volumen de rechazo (agua salobre concentrada):

Caudal de rechazo: 330 gpm
Conversión a metros cúbicos por día:

$$330 \text{ gpm} \times 3.7854 \times (1/1000) \times 60 \times 24 \approx 1{,}798.83 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen de agua de rechazo: *aproximadamente 1,799 m^3/día*

La planta operará con una eficiencia aproximada del 40%, lo cual es consistente con los sistemas de ósmosis inversa para agua salobre con una carga de sólidos disueltos totales (SDT) de hasta 36,000 ppm.

Medidas Normativas para la Prevención de la Contaminación del Acuífero

Conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996 y con el objetivo de cumplir con las autorizaciones y el título de concesión otorgados por la Comisión Nacional del Agua, se adoptaron las siguientes medidas preventivas durante el proceso de perforación:

1. **Desinfección de Equipos:** Antes de iniciar la perforación, es imperativo desinfectar la herramienta y la tubería. Se deberá eliminar cualquier residuo de grasa o aceite y aplicar un desinfectante hasta alcanzar una concentración de cloro activo de al menos 200 mg/L, ajustado proporcionalmente al volumen de agua en el pozo.

2. **Calidad de los Fluidos de Perforación:** Los fluidos utilizados, como el agua, deben estar libres de sustancias que puedan alterar las características químicas del agua subterránea.

3. **Condiciones del Agua:** El agua empleada no debe contener patógenos y debe mantener un pH entre 6 y 10 para preservar las propiedades del fluido de perforación y evitar la degradación del agua subterránea.

4. **Gestión de Residuos Post-Perforación:** Tras completar la perforación, es necesario retirar todos los residuos de lodo y materiales de construcción utilizados.

5. **Monitoreo de Calidad del Agua:** Una vez que el pozo esté operativo, se realizará un análisis de calidad del agua que incluirá pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio, sólidos disueltos totales y bacterias coliformes fecales. Este análisis deberá repetirse cada tres años o según lo estipulado en las especificaciones de la concesión.

6. **Protección Sanitaria:** Para prevenir la contaminación, se implementarán medidas de protección sanitaria en áreas críticas como el espacio anular entre las paredes de la formación y el ademe, y la terminal superior del pozo. Se aplicará un desinfectante para asegurar una concentración de cloro activo de al menos 200 mg/L en el volumen de agua del pozo. Adicionalmente, se instalará un contra ademe en el espacio anular entre el ademe y la perforación de 14 pulgadas para prevenir la infiltración de agua superficial contaminada. Esta estructura sobresaldrá 0.50 metros del terreno natural.

Especificaciones del Brocal

El brocal adoptará la forma de un prisma cuadrangular, con cada lado igual al diámetro total superficial de la perforación y una altura promedio de 0.95 metros sobre el nivel del terreno natural o elevado. Las losas exteriores serán cuadradas, con una longitud mínima de tres veces el diámetro total de la perforación y un espesor aproximado de 0.15 metros.

Para prevenir la contaminación del pozo, se instalarán contra ademes que impidan la infiltración de agua superficial o contaminada del subsuelo hacia el interior del pozo. Antes de conectar los pozos a la red de extracción de la Planta desaladora por ósmosis inversa, se realizará una desinfección minuciosa, dado que el agua se destinará al consumo humano. Esto implica aplicar una concentración de cloro de al menos 200 mg/l, utilizando cloro, tabletas de

hipoclorito de calcio, solución de hipoclorito de sodio o desinfectantes similares aprobados por la Secretaría de Salud.

Una vez aplicado el desinfectante, el agua del pozo se agitará para asegurar una mezcla homogénea y garantizar el contacto del agua desinfectada con las paredes del ademe, la rejilla, el filtro y la formación del acuífero. La mezcla será recirculada dentro del ademe utilizando la columna de bombeo y posteriormente será extraída por bombeo. Después de desinfectar, el pozo será bombeado hasta que no se detecten residuos del desinfectante. Finalmente, la mezcla agua-desinfectante debe reposar dentro del pozo durante un mínimo de 12 horas y un máximo de 24 horas.

Los procedimientos descritos aplicarán tanto para los pozos de aprovechamiento como para el pozo de rechazo de uso doméstico. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es la entidad encargada de determinar los límites y condiciones del aprovechamiento a través de la concesión, garantizando el uso sostenible del acuífero y estableciendo los pagos por el servicio conforme a las regulaciones nacionales.

Las especificaciones y métodos de ejecución de los pozos de extracción se ajustan rigurosamente a las normas establecidas en la Norma Oficial Mexicana aplicable a estos procedimientos.

Operatividad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) proyectada para el desarrollo Aldea Nizuc operará bajo el esquema de tratamiento secuencial tipo SBR (Sequencing Batch Reactor) con tecnología Bio Pro S®, diseñado para garantizar el cumplimiento de la NOM-003-SEMARNAT-1997, correspondiente a la calidad de agua para servicios al público con contacto indirecto. La planta está configurada para procesar un caudal de diseño de 2,240 m^3/día, en cuatro ciclos de tratamiento diarios, con una tasa promedio de 25.9 litros por segundo.

El proceso de tratamiento se desarrolla en las siguientes etapas:

1. Recolección y Pretratamiento

Las aguas residuales generadas en el desarrollo habitacional del proyecto Aldea Nizuc, antes Puerto Nizuc, serán recolectadas mediante el sistema de alcantarillado sanitario y conducidas hasta un cárcamo de entrada, donde se instalará un sistema de cribado fino hermético. Esta unidad retendrá sólidos gruesos y materiales no biodegradables mediante un tamiz de acero inoxidable, en ambiente cerrado para evitar olores y contaminación ambiental.
Posteriormente, el agua pasará a través de un desarenador hermético, en donde se separarán partículas inertes de mayor densidad, como arenas o gravas, protegiendo así los componentes mecánicos del sistema.

2. Regulación del flujo

El agua pretratada será canalizada hacia un tanque de regulación de 928.26 m^3 de capacidad, el cual permitirá homogeneizar el flujo y las cargas contaminantes antes de ser introducida al

sistema biológico. Este tanque garantiza una extracción controlada hacia los reactores y evita picos de carga que puedan afectar la eficiencia del proceso.

3. Tratamiento biológico – Reactores SBR

El corazón del proceso está conformado por dos reactores biológicos secuenciales de 1,127.34 m^3 cada uno, diseñados para operar de forma alternada bajo ciclos de tratamiento tipo llenado-aereación-decantación-vaciado-descanso, integrando zonas de clarificación interna. Cada ciclo dura aproximadamente 6 horas, permitiendo realizar cuatro vaciados diarios, lo cual facilita el cumplimiento del caudal de diseño.
Durante la fase de aireación, se introduce oxígeno mediante sopladores de alta eficiencia ubicados en una sala técnica, que impulsan aire a través de difusores tipo domo distribuidos en el fondo de los reactores. La acción microbiológica degrada la materia orgánica presente y permite procesos simultáneos de nitrificación y desfosfatación.

4. Clarificación y descarga del efluente

Tras la aireación, los sólidos suspendidos se sedimentan en la zona de clarificación integrada de cada reactor. El agua tratada se extrae mediante compuertas motorizadas hacia un sistema de canalización final que la conduce al pozo de absorción profundo, de 100 metros de profundidad, donde es inyectada en una formación geológica hipersalina sin riesgo de contacto con acuíferos de agua dulce a partir de los 80 m.
El efluente tratado cumple con los parámetros de calidad exigidos por la NOM-003-SEMARNAT-1997, con valores esperados de SDT $\leq$ 400 mg/L, DBO $\leq$ 20 mg/L, y pH entre 7.5 y 8.0.

5. Manejo y estabilización de lodos

Los lodos biológicos generados durante el tratamiento son extraídos y conducidos a dos tanques estabilizadores de 150.19 m^3 cada uno, donde se someten a aireación adicional para reducir su carga orgánica. Posteriormente, se almacenan temporalmente en dos tanques de reserva de 280.53 m^3 cada uno, antes de su paso a la etapa final de deshidratación.
Un sistema de filtro prensa automatizado realizará la deshidratación de los lodos, reduciendo significativamente su volumen y facilitando su manejo externo conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002.

6. Desinfección y monitoreo

El sistema puede incluir una etapa final de desinfección química o física, según se requiera, y está equipado con sensores en línea para monitoreo continuo de los parámetros operativos: pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura.

La operación de la planta será completamente automatizada mediante gabinetes de control con sistema PLC y pantalla táctil, protegidos con estándar NEMA 12, que permitirán su operación en modo manual o automático. El sistema contará con alarmas visuales y sonoras, así como con capacidad de conexión remota para supervisión a distancia.

Equipamiento del Pozo de absorción.

El efluente tratado por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) será conducido para su disposición final mediante infiltración profunda, a través de un pozo de absorción especialmente diseñado para manejar aguas sin contaminantes y libre de agentes patógenos, cumpliendo con los parámetros establecidos por la NOM-003-SEMARNAT-1997.

Este pozo ha sido proyectado conforme al estudio geohidrológico del sitio y con base en los criterios constructivos y operativos establecidos por la NOM-003-CNA-1996, asegurando una operación segura y compatible con el subsuelo receptor.

Las características generales del pozo de absorción son las siguientes:

- *Profundidad total*: 100 metros.
- *Zona de inyección*: entre los 60 y 100 metros de profundidad, donde se localiza un estrato hipersalino con concentraciones superiores a 25,000 ppm de sólidos disueltos totales, ideal para la dispersión del efluente tratado.
- *Zona de aislamiento hidráulico*: desde 0 hasta 60 metros, mediante el entubado con tubo liso de acero al carbón de 14 pulgadas, para evitar la interacción con capas freáticas superiores.
- *Sello hidráulico primario*: conformado por un tramo de 2 metros de concreto, ubicado en la parte superior del pozo, para asegurar el confinamiento sanitario y la protección contra infiltraciones externas.

Este sistema de disposición subterránea garantiza la protección de los acuíferos de agua dulce, la no generación de escurrimientos superficiales, y la compatibilidad total del proyecto con el entorno geohidrológico del área.

Las características del efluente obtenido se detallan a continuación:

Tabla II.1-9 Parámetros del efluente a obtener por los procesos de la PTAR

Parámetros	Agua Influente	Agua tratada
DBO5:	350	< 20 mg/L
DQO:	700	< 60 mg/L
SST:	200	< 30 mg/L
Nitrógeno total:	60	< 15 mg/L
Fósforo total:	10	< 5 mg/L
Grasas y aceites:	60	< 15 mg/L
Coliformes fecales:	240 NMP/100 ml	< 250 NMP/100 ml

II.1.8 Inversión requerida.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.1.9 Programa general de trabajo

Se estima que la instalación y perforación del proyecto, dadas las actividades, dimensiones y alcances involucrados, se completarán en un período de un año. Una vez finalizada esta fase, se prevé que la operación del proyecto se extienda durante 99 años.

Tabla II.1-10 Programa general de trabajo para la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa

ACTIVIDADES	BIMESTRES						Años
	1	2	3	4	5	6	… 99
Estudios previos y permisos							
Perforación de pozos (captación, rechazo y absorción)							
Construcción de estructuras civiles							
Armado e instalación de la POI y PTAR							
Instalación del sistema eléctrico							
Instalación del sistema hidráulico							
Montaje de Equipos							
Sistema de Control y Automatización							
Afinado de detalles							
Equipamiento							
Ajuste de los sistemas eléctrico e hidráulico							
Pruebas de funcionamiento							
Capacitación del personal							
Mantenimiento							

II.1.10 Descripción de las etapas del proyecto

II.1.10.1 Preparación del sitio

Antes de iniciar la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), es esencial realizar la delimitación del área de trabajo para evitar interferencias con equipos que se encuentre en funcionamiento y operaciones de las zonas adyacentes a las áreas donde se pretenden edificar éstas. Así mismo se implementará un sistema de señalización efectivo para mantener al personal informado y prevenir posibles accidentes. La instalación de las plantas será llevada a cabo por empresas especializadas, mismas que necesitarán de un espacio amplio para maniobrar sin obstrucciones, asegurando que los accesos principales y adyacentes permanezcan libres de residuos, herramientas y otros materiales.

Acciones clave para implementar:

- Delimitación clara del área de trabajo y los accesos.
- Precaución para no interrumpir las operaciones de otros proyectos en curso.
- Señalización adecuada de todas las áreas de trabajo.
- Comunicación continua con el personal sobre las actividades en curso para asegurar la continuidad de las operaciones diarias.
- Organización del espacio de trabajo para albergar de manera ordenada el equipo, los materiales y las herramientas.
- La superficie asignada para las actividades estará exclusivamente reservada para las operaciones previstas en el proyecto.
- A la contratista se le proporcionarán especificaciones detalladas sobre la zona de trabajo, normativas internas, horarios y procedimientos operativos relacionados con la instalación de la POI y la PTAR.

Estas medidas están diseñadas para facilitar una instalación eficiente y segura de las POI y PTAR, minimizando las interrupciones en las operaciones existentes y manteniendo un entorno de trabajo ordenado y seguro.

II.1.10.2 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

En relación con las actividades asociadas al proyecto, se confirma que no se requieren obras provisionales. Conforme se describió en secciones anteriores, el proyecto implica únicamente la instalación de una Planta de Ósmosis Inversa (POI) y de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), la cual no necesita de infraestructura temporal. Además, se informa que el montaje de las plantas se realizará en dos áreas destinadas a uso común (servicios): la primera entre los Subcondominios SB12 y SB13 (SB12 y SB13), en las áreas destinadas a servicios, y la segunda en el área común AC-5, identificada como futura zona de servicios, al interior del predio donde se construye el proyecto “Aldea Nizuc” antes “Puerto Nizuc”.

Sin embargo, para garantizar la seguridad y la información adecuada, el espacio será delimitado con cintas plásticas y señalizaciones, las cuales se dirigirán tanto a los empleados del proyecto como al personal de la empresa contratada. Estas medidas de señalización serán removidas al concluir los trabajos.

II.1.10.3 Etapa constructiva y requerimientos de insumos.

El presente proceso contempla el ensamblaje e instalación de dos sistemas fundamentales para la operación del proyecto “Aldea Nizuc”: la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). La POI operará mediante un sistema de ósmosis

inversa, diseñado para satisfacer la demanda de agua potable del desarrollo habitacional, garantizando la calidad del recurso mediante la remoción de sales y otras impurezas disueltas.

Por su parte, la PTAR estará equipada con un sistema biológico secuencial de lodos activados, con el objetivo de tratar de forma eficiente las aguas residuales generadas durante la operación del conjunto habitacional, cumpliendo con los parámetros establecidos en la normatividad ambiental aplicable para su descarga o posible reutilización.

Es importante destacar que la instalación de ambos sistemas no requerirá obras de construcción de gran escala, ni el uso de maquinaria pesada o cimentaciones profundas, dado que su implementación consiste principalmente en el montaje de equipos prefabricados y la conexión de redes hidráulicas, eléctricas y de control, dentro del polígono previamente urbanizado y acondicionado.

Armado e Instalación de las Plantas: La instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se realizará de manera secuencial y coordinada, conforme a los lineamientos técnicos de cada sistema. Para ambas plantas, se llevará a cabo el armado y colocación de los equipos, estructuras metálicas, módulos de tratamiento, bombas, reactores y sistemas auxiliares, según los planos y especificaciones técnicas proporcionadas por los proveedores especializados.

En el caso de la POI, se instalarán módulos de filtración (filtros multimedia, cartuchos), unidades de membranas de ósmosis inversa, torres de desgasificación y el tanque de agua potable de 1,232 m^3. Para la PTAR, se montarán los reactores biológicos secuenciales (SBR), el tanque de regulación, tanques de estabilización de lodos, sistemas de deshidratación, sopladores y demás unidades de proceso. El contratista encargado de la instalación deberá contar con el personal técnico capacitado, las herramientas necesarias y el conocimiento específico de los procesos para asegurar una ejecución eficiente y segura.

Sistema Eléctrico: Ambas plantas estarán interconectadas a una red eléctrica común, mediante un diseño especializado que considera las cargas requeridas por cada instalación. Para la POI, se contempla la operación de bombas de alta presión, sistema CIP, unidades de desgasificación y controladores automatizados. Para la PTAR, se contempla el funcionamiento continuo de los sopladores, compuertas motorizadas, sistemas de monitoreo en línea y equipos de deshidratación de lodos.

La instalación incluirá canalizaciones subterráneas, centros de carga, tableros de control, iluminación técnica y conexiones a tierra. Todos los componentes cumplirán con la normatividad vigente (NOM-001-SEDE-2021 y NEMA), y su ejecución será supervisada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para garantizar la correcta provisión y seguridad del suministro eléctrico.

Sistema Hidráulico: El sistema hidráulico será independiente para cada planta, pero con procesos constructivos similares. En la POI se instalará una red de tuberías de interconexión entre los pozos de captación (dos en primera fase), el sistema de pretratamiento, los módulos de ósmosis y el pozo de rechazo. El material principal será PVC Ced. 80 y acero inoxidable, resistentes a condiciones de alta salinidad y presión.

Para la PTAR, se colocarán tuberías para la conducción del agua residual desde el cárcamo de entrada hacia el pretratamiento, reactores y tanques de regulación, así como la línea de descarga hacia el pozo de absorción profundo. Se instalarán válvulas de control, difusores, accesorios hidráulicos y sistemas de retorno y recirculación de lodos, garantizando la eficiencia hidráulica en cada fase del proceso.

Pruebas de Operación y Manejo de Maquinaria: Una vez finalizadas las instalaciones, se realizarán pruebas de operación en seco y con carga real para ambas plantas. Se verificarán presiones, caudales, estanqueidad, consumo eléctrico y desempeño de los sistemas automatizados. Las pruebas incluirán la validación del rechazo de sales en la POI (≤500 ppm de SDT) y la eficiencia de remoción de DBO y SST en la PTAR.
Durante esta fase, el personal técnico será capacitado en la operación de bombas, válvulas, tableros y monitoreo en línea. También se realizarán análisis de laboratorio para confirmar la calidad del agua tratada, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-127-SSA1-2021 y NOM-230-SSA1-2002, en el caso de la POI, y la NOM-003-SEMARNAT-1997 y NOM-001-SEMARNAT-2021 para la PTAR.

Manejo de Maquinaria y Equipo: El uso de maquinaria especializada será responsabilidad del contratista general. Se utilizarán grúas, montacargas, herramientas eléctricas, bombas de prueba, soldadoras, compresores y unidades de izaje conforme a la naturaleza de cada planta. Todo el equipo contará con los protocolos de calibración, mantenimiento preventivo y seguridad industrial requeridos. El personal estará debidamente uniformado y equipado con EPP de acuerdo a las actividades a realiza.

Infraestructura de Comunicaciones: Se instalarán canalizaciones subterráneas para los sistemas de comunicación interna (voz, datos, SCADA), dejando preparadas las conexiones necesarias para la implementación de un sistema de control remoto centralizado. Ambos sitios contarán con tableros inteligentes, pantallas de control y paneles de diagnóstico. Aunque el proyecto no incluye la instalación de red externa, se prevé su futura conexión a los sistemas de monitoreo del complejo habitacional.

Gestión de Residuos y Seguridad: Durante la fase constructiva se generarán residuos sólidos urbanos, residuos de construcción (plásticos, restos de tubería, empaques), y residuos peligrosos en menor cantidad (aceites, solventes, trapos contaminados). Se dispondrán puntos de acopio temporal diferenciados para cada tipo de residuo, y se contará con proveedores autorizados para su disposición conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

La zona de trabajo estará delimitada, con señalética visible, rutas de evacuación y puntos de emergencia. Todos los trabajadores recibirán inducción de seguridad al ingreso al sitio. La supervisión del cumplimiento de los protocolos de seguridad y salud será diaria y estará a cargo del responsable ambiental del proyecto y del jefe de seguridad en obra.

Impacto Socioeconómico del proyecto: La ejecución de ambas plantas durante su fase constructiva representa una fuente directa de empleo local y regional. Se prevé la contratación de personal técnico, operadores de maquinaria, ayudantes de obra, especialistas electromecánicos y personal administrativo. Además, el proyecto estimulará la economía local

mediante la adquisición de insumos, servicios de extracción, hospedaje, transporte y renta de equipo.
Este dinamismo no solo contribuye al bienestar económico de la región, sino que fortalece la integración comunitaria y la percepción positiva del proyecto, al generar oportunidades laborales temporales en condiciones formales y seguras.

Los empleos directos e indirectos pretendidos a generar en ambas Plantas son los siguientes:

Actividad	Cantidad	Naturaleza del empleo	Temporalidad
Etapa de construcción e instalación			
Perforación de pozos	4	Especialista	Temporal
	4	Técnicos	Temporal
Instalación de equipos	4	Auxiliar	Temporal
	2	Gerente	Temporal
	2	Operario	Temporal
	30	Ayudantes	Temporal
Etapa de operación y mantenimiento			
Operarios	2	Especialista	Permanente
	4	Técnicos	Permanente
	2	Supervisor	Permanente
	4	Administrativos	Permanente
	4	Encargados de mantenimiento	Permanente
	10	Ayudantes	

Conforme a lo descrito, se anticipa que el desarrollo del proyecto generará aproximadamente 72 empleos, tanto directos como indirectos, que incluirán puestos temporales y permanentes.

II.1.11 Manejo de maquinaria y equipo.

Durante la etapa de instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), no se contempla el uso de maquinaria pesada para movimientos de tierra ni actividades de gran escala constructiva, ya que ambas plantas serán instaladas sobre áreas previamente definidas y autorizadas dentro del proyecto “Aldea Nizuc”.

Estas zonas fueron contempladas expresamente como áreas de infraestructura técnica y servicios comunes en el proyecto original, mismo que cuenta con resolución en materia de impacto ambiental vigente, otorgada por la SEMARNAT. Por lo tanto, no se llevará a cabo remoción de vegetación adicional ni afectación de hábitats naturales, ya que los impactos ambientales asociados a la preparación del sitio fueron evaluados, mitigados y aprobados previamente como parte de ese proyecto integral.

Las actividades de instalación se limitarán a superficies ya intervenidas o libres de vegetación, sin necesidad de desmontes ni despalmes. En consecuencia, se garantiza que la ejecución de estas obras no generará impactos adicionales sobre la cobertura vegetal o la biodiversidad local.

En cuanto al equipo de trabajo, se hará uso de equipos de izaje, montacargas, herramientas eléctricas, grúas telescópicas de brazo corto, torres de soldadura, bombas, y plataformas móviles para la instalación de equipos electromecánicos, skids, recipientes de presión, sopladores, sistemas CIP y tableros eléctricos.

El manejo de maquinaria y herramientas especializadas estará a cargo del contratista general y sus subcontratistas autorizados, quienes deberán asegurar que todos los equipos se encuentren en óptimas condiciones operativas, cuenten con mantenimiento previo documentado, y estén calibrados conforme a las especificaciones técnicas del proyecto.

Durante la fase de preparación del sitio e instalación, se implementarán los criterios de protección ambiental establecidos en esta Manifestación de Impacto Ambiental, así como aquellos que se señalen en el resolutivo correspondiente. Las áreas de trabajo estarán delimitadas y señalizadas, y se dará seguimiento ambiental estratégico para prevenir, mitigar y corregir cualquier impacto ambiental adverso superviniente.

II.1.12 Etapa de operación y mantenimiento

Durante la etapa operativa del proyecto, ambas plantas, la POI para desalación de agua salobre mediante ósmosis inversa, y la PTAR para el tratamiento biológico de aguas residuales funcionarán de manera independiente pero bajo una coordinación operativa común, a fin de asegurar la eficiencia en el manejo de los recursos hídricos dentro del desarrollo Aldea Nizuc.

Operación de la POI

Las actividades estarán enfocadas en el tratamiento del agua salobre captada mediante ósmosis inversa. El personal responsable llevará a cabo controles operativos diarios y mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos, siguiendo protocolos específicos y utilizando manuales técnicos del fabricante. Las acciones estarán encaminadas a garantizar la calidad del agua potable producida, así como la eficiencia energética y funcional de todo el sistema.
Las principales tareas operativas incluirán:

- Monitoreo continuo de la bomba de alta presión y los pozos de captación.
- Supervisión del sistema eléctrico y automatizado (PLC y tableros de control).
- Control de presiones, flujos y parámetros de operación (conductividad, pH, turbidez).
- Cambio periódico de cartuchos y membranas.
- Limpiezas CIP programadas y verificación de la eficiencia de desgasificación.

Además, se aplicarán criterios estrictos de cumplimiento conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, la NOM-127-SSA1-2021 y los términos establecidos en el título de concesión de aprovechamiento de agua. Se llevará a cabo un programa permanente de monitoreo de calidad del agua con análisis en laboratorio certificado.

Operación de la PTAR

En la PTAR, la operación se centrará en el tratamiento de las aguas residuales domésticas generadas en el desarrollo, mediante procesos secuenciales de tipo biológico aeróbico. Las

unidades principales incluyen tanques de regulación, reactores biológicos, tanques de estabilización de lodos, digestor aeróbico y sistemas de deshidratación.
El personal operativo se encargará de:

- Verificar el funcionamiento continuo de los sopladores y sistemas de aireación.
- Medir y registrar caudales de entrada y salida.
- Controlar parámetros como DBO, SST, pH, temperatura y oxígeno disuelto.
- Realizar ajustes en los tiempos de retención hidráulica y purga de lodos.
- Mantener el buen estado de los equipos de deshidratación y los digestores.
- El efluente tratado será descargado en un pozo de absorción profundo, cuya operación estará regulada por la NOM-001-SEMARNAT-2021, y cuyo diseño fue definido con base en el estudio geohidrológico. Se garantizará que los lodos estabilizados y deshidratados sean gestionados conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002, mediante recolección y disposición final con transportistas autorizados.

Supervisión y Seguridad Operativa

Tanto la POI como la PTAR contarán con personal capacitado en operación, mantenimiento y respuesta a emergencias. Los procedimientos incluirán inspecciones diarias, bitácoras de operación, monitoreo remoto cuando aplique y mantenimiento predictivo. Se cumplirán los estándares de seguridad e higiene industrial, y se establecerán protocolos de actuación para eventos no rutinarios, con respaldo de manuales operativo.

II.1.13 Descripción de obras asociadas al proyecto

Por el tipo de proyecto no se tienen contempladas obras asociadas.

II.1.14 Etapa de abandono del sitio

El proyecto contempla la instalación de dos infraestructuras hidráulicas estratégicas, la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) con un carácter permanente y de largo plazo, destinadas a cubrir de manera continua las necesidades de tratamiento y abastecimiento de agua del desarrollo “Aldea Nizuc”.

Dada la naturaleza de ambas instalaciones, su diseño estructural y operativo está enfocado en garantizar una vida útil superior a los 99 años, mediante programas de mantenimiento, renovación de componentes y actualización tecnológica progresiva; por tanto, no se contempla el abandono, desmantelamiento o desactivación de las plantas en el horizonte de vida del proyecto.

En caso hipotético de que en un futuro lejano se determine el cierre técnico de alguna de las plantas, este proceso se realizaría bajo un plan específico de retiro y disposición segura de equipos, materiales, residuos acumulados y estructuras, con estricto cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en ese momento, incluyendo lo establecido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las disposiciones de la SEMARNAT y la CONAGUA.

Sin embargo, y conforme al alcance de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, no se considera la etapa de abandono como parte del ciclo de vida del proyecto, ya que tanto la POI

como la PTAR forman parte de la infraestructura operativa permanente del conjunto habitacional Aldea Nizuc, debidamente integrada al entorno urbano planificado.

II.1.15 Utilización de explosivos

En ninguna de las etapas del proyecto se utilizarán explosivos.

II.1.16 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Preparación del sitio (construcción) e instalación.

Dada la naturaleza de las actividades constructivas y de instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), la generación de residuos y emisiones durante esta etapa será mínima, puntual y de corta duración, por lo que se considera ambientalmente insignificante.

Residuos sólidos: Durante la instalación de ambas plantas, se generarán residuos sólidos inorgánicos no peligrosos, tales como sobrantes de tuberías de PVC, cableado eléctrico, empaques de materiales, piezas metálicas menores y residuos de maniobras electromecánicas. La cantidad será baja y se manejará mediante contenedores temporalmente habilitados y señalizados, con separación de residuos reciclables y no reciclables.

El personal encargado de la obra tendrá acceso a puntos de recolección internos, y los residuos serán clasificados, recolectados y enviados a disposición final por medio de servicios municipales o empresas autorizadas. Este manejo será compatible con el sistema de gestión de residuos del proyecto en construcción “Aldea Nizuc”, al que ambas plantas están integradas.

Residuos líquidos: Los residuos líquidos generados durante esta etapa serán principalmente de tipo doméstico-sanitario (aguas grises y negras), producto del uso de sanitarios por parte del personal de obra. Estas aguas serán canalizadas al sistema de drenaje temporal o a unidades móviles, y posteriormente dispuestas en el sistema de tratamiento integral del complejo.

No se anticipa la generación de aguas industriales, aceites ni productos químicos líquidos, ya que las maniobras se centran en el montaje de equipos preensamblados sin procesos húmedos durante esta fase.

Residuos peligrosos: No se prevé generación significativa de residuos peligrosos. De manera eventual, podrían generarse pequeñas cantidades de trapos impregnados con grasas o lubricantes, producto del mantenimiento de herramientas. Estos serán acopiados en contenedores especiales, etiquetados y manejados conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005, siendo entregados a empresas autorizadas para su disposición.

Emisiones a la atmósfera: Durante esta fase, las emisiones serán de tipo transitorio, derivadas del uso de maquinaria y herramientas de combustión interna. Se anticipa la generación moderada de gases como CO, NOx y partículas suspendidas, así como emisión sonora por herramientas y maniobras de instalación. Estas emisiones serán controladas mediante:

- Uso de maquinaria en óptimas condiciones mecánicas y con silenciadores funcionales.
- Operaciones únicamente en horario laboral (de 9:00 a 17:00 h).
- Humedecimiento de áreas de trabajo para evitar polvo fugitivo.
- Supervisión de niveles sonoros conforme a las normas municipales y la NOM-081-SEMARNAT-199.

Operación y mantenimiento.

Una vez en operación, tanto la POI como la PTAR funcionarán mediante sistemas eléctricos cerrados, con lo cual la generación de residuos, emisiones o contaminantes será mínima y completamente controlada.

Residuos sólidos

Durante la operación de ambas plantas se generarán residuos sólidos no peligrosos, como envases de insumos químicos (vacíos), cartuchos filtrantes usados, lodos deshidratados (en el caso de la PTAR), y desechos domésticos del personal. Todos estos residuos serán acopiados selectivamente, y en el caso de los residuos valorizables o peligrosos, serán entregados a gestores autorizados conforme a la legislación ambiental vigente.
Particularmente, los lodos generados en la PTAR serán tratados, deshidratados y manejados conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002, asegurando su disposición controlada y segura.

Residuos líquidos

En el caso de la POI, el sistema generará agua de rechazo (salmuera) con alta concentración de sales y sólidos disueltos. Esta será infiltrada a través de un pozo profundo de inyección, diseñado específicamente para ese propósito, garantizando su disposición ambientalmente segura sin afectación a acuíferos superiores.

En cuanto a la PTAR, el efluente tratado será infiltrado a través de un pozo de absorción profundo, diseñado conforme a estudios geohidrológicos y cumpliendo la NOM-001-SEMARNAT-2021, sin contacto con cuerpos de agua superficial ni con estratos de agua dulce.

Residuos peligrosos

Durante la operación no se espera generación continua de residuos peligrosos. Ocasionalmente se manejarán residuos de mantenimiento como aceites de motores, lubricantes o químicos de limpieza, los cuales serán gestionados bajo las condiciones de seguridad establecidas por la NOM-052-SEMARNAT-2005 y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), cumpliendo con el plan interno de manejo de residuos peligrosos del proyecto.

Emisiones a la atmósfera

Dado que ambas plantas operarán completamente con energía eléctrica, no se generarán emisiones atmosféricas por combustión interna. Las emisiones de ruido serán bajas, puntuales

y confinadas al interior de las instalaciones, sin superar los umbrales establecidos por la normativa nacional. No se utilizarán calderas, turbinas ni procesos térmicos contaminantes. Además, los sistemas de monitoreo ambiental del proyecto permitirán supervisar los parámetros críticos del proceso y asegurar el cumplimiento permanente de los estándares ambientales.

II.1.17 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Cabe reiterar que el proyecto de instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) no contempla ninguna actividad de remoción de vegetación ni preparación de terreno que implique desmonte o despalme, ya que ambos polígonos se encuentran ubicados al interior del predio autorizado del desarrollo Aldea Nizuc, en zonas expresamente destinadas para infraestructura técnica. Por tanto, no se generarán impactos adicionales al suelo o la cobertura vegetal. Cualquier referencia a "preparación del sitio" en este capítulo debe entenderse exclusivamente como el alistamiento logístico y técnico de áreas ya consolidadas.

Como se ha señalado previamente, durante la fase de preparación del sitio, instalación y puesta en marcha de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), se generarán residuos sólidos principalmente derivados de las actividades de montaje electromecánico e instalación de redes. Entre ellos se incluyen sobrantes de cables, alambres, tuberías de PVC, empaques industriales, recortes de conexiones hidráulicas y eléctricas, así como residuos inorgánicos menores generados por el personal técnico en sitio.

Estos residuos serán acopiados temporalmente dentro del predio del desarrollo Aldea Nizuc, en áreas específicamente asignadas y acondicionadas para su confinamiento seguro, con señalización visible y contenedores diferenciados. Su manejo se regirá por lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos estará a cargo del servicio municipal correspondiente o mediante un tercero autorizado, conforme a lo dispuesto por las autoridades competentes.

La frecuencia de recolección será programada para evitar la acumulación de residuos, previniendo así procesos de descomposición, generación de malos olores o proliferación de vectores, en ningún caso superando lapsos mayores a 72 horas.

Durante la fase operativa del proyecto, la POI generará como residuo principal una corriente de rechazo salino, producto del proceso de filtración y separación de sólidos disueltos por membranas. Este flujo será conducido de forma controlada hacia un par de pozos de inyección profunda, diseñados específicamente para la disposición de salmuera, conforme al estudio hidrogeológico y a lo estipulado en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

En el caso de la PTAR, se generarán biosólidos o lodos residuales, los cuales serán estabilizados, deshidratados y manejados conforme a las especificaciones de la NOM-004-SEMARNAT-2002, garantizando su almacenamiento temporal en los tanques de reserva y su retiro periódico mediante transportistas autorizados.

Ambas instalaciones contarán con infraestructura complementaria para el manejo de residuos sólidos no peligrosos, como recipientes de recolección, áreas techadas de acopio temporal y protocolos de separación y etiquetado, de modo que todos los residuos generados durante la operación sean canalizados hacia rutas seguras de disposición o reciclaje, según aplique.

Dado lo anterior, y considerando que tanto la POI como la PTAR estarán ubicadas dentro de un proyecto previamente autorizado ambientalmente, con zonas de infraestructura ya definidas, así como por sus dimensiones, sistemas modulares, automatización, y manejo de residuos en sitio cerrado, se concluye que estas plantas no representan riesgos significativos para el medio ambiente ni para la salud humana, siempre que se apliquen los controles y buenas prácticas previstas en este instrumento.

III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y REGULACIÓN DE USO DE SUELO.

Este documento constituye una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P) para un sitio que ha sido legalmente intervenido, como se mencionó previamente. El propósito es desarrollar un proyecto que responda adecuadamente a las actuales necesidades urbanas de la zona que lo alberga.

En enero de 1988 se publicó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en el Diario Oficial de la Federación, la cual tiene como objetivo el definir la política de protección ambiental a seguir en el territorio nacional, incluyendo específica y detalladamente la relacionada con la evaluación en materia de impacto ambiental.

La LGEEPA define, en su artículo 28, lo que se entiende por evaluación de impacto ambiental y, además, establece las obras y actividades que requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); listado que es ampliado y detallado en el artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA). Además, en el artículo 30 de la LGEEPA se indica que, como parte del procedimiento a seguir para la obtener la autorización en la materia, los promoventes deberán presentar una manifestación de impacto ambiental. Y, en los artículos 12 y 13 del reglamento en materia de impacto ambiental se define el contenido general de las manifestaciones de impacto ambiental, según su modalidad, con la finalidad de que la autoridad pueda evaluar y dictaminar la viabilidad jurídico-ambiental del proyecto sometido a evaluación.

Tanto en el artículo 12 como en el 13, fracción III, se solicita incluir la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo. En este apartado de las manifestaciones de impacto ambiental, los promoventes deben demostrar el cumplimiento de las formalidades definidas en el marco jurídico-ambiental nacional e internacional, incluyendo: leyes generales, reglamentos ambientales, ordenamientos ecológicos, planes de desarrollo urbano, normas oficiales, entre otros, así como acuerdos internacionales de los que México es signatario.

La aplicación del marco normativo depende básicamente de dos aspectos, el primero el tipo de proyecto (obras y actividades a realizar) que se pretenda desarrollar y, el segundo, el territorio donde se pretenden llevar a cabo las obras y/o actividades. En este caso se puede actuar de dos formas, si ya se tiene definido conceptualmente el tipo de proyecto a ejecutar y el sitio, se tiene que saber si el marco normativo aplicable al sitio lo permite o hasta donde lo permite. O, de lo contrario, conociendo el sitio y el marco normativo ambiental, se puede definir el proyecto con base las restricciones o especificaciones definidas en el marco jurídico ambiental vigente y aplicable en el área donde se ubica el predio.

Una vez analizado lo establecido en el artículo 11 del REIA y a haber descartado estar en alguno de los casos indicados en sus fracciones, se concluye que para el proyecto que nos ocupa se deberá presentar una manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular. Por lo que, esta debe contener la información indicada en el artículo 12 del REIA.

Es así que, el desarrollo del presente capítulo tiene como finalidad el presentar la vinculación del desarrollo del proyecto con los diferentes instrumentos jurídicos de carácter ambiental vigentes y aplicables en la región y al tipo de proyecto sometido al procedimiento de evaluación. Esto para dar cumplimiento a la fracción III del artículo 12 del REIA, por ser el artículo que aplica al desarrollo del proyecto como se muestra más adelante.

De conformidad con lo anterior, en este apartado se establece de manera puntual y detallada cómo el proyecto se vincula con los diferentes instrumentos jurídicos de política ambiental y planeación urbana que ordenan la zona donde se ubica el proyecto, tales como:

A) Leyes y reglamentos Nacionales:
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS)
- Ley General de Cambio Climático (LGCC)
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.
- *Ley General de Bienes Nacionales y Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar.*
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

B) Ordenamientos ecológicos, planes de desarrollo urbanos, áreas naturales protegidas y sitios RAMSAR.
- Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POELMBJ).
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2022 (PDUCPC).

C) Decretos y programas de áreas naturales protegidas de carácter federal, estatal y municipal.

D) Otros.
- Normas oficiales mexicanas.

Derivado de su naturaleza e implicaciones ambientales, la Planta de Ósmosis Inversa (POI), la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), así como los pozos de captación, inyección y absorción necesarios para garantizar su funcionamiento hidráulico, requieren contar con la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental, previa a su instalación y operación.

La POI está destinada a abastecer de agua tratada al proyecto "Aldea Nizuc", mientras que la PTAR brindará el servicio de tratamiento de las aguas residuales generadas, contribuyendo al cumplimiento de las disposiciones normativas en materia de saneamiento y protección ambiental. Ambas infraestructuras son componentes esenciales del sistema hídrico del desarrollo, el cual cuenta ya con una autorización en materia de impacto ambiental para su ejecución.

A continuación, se presentan a la autoridad ambiental los elementos de juicio que justifican y sustentan los aspectos más relevantes del proyecto en términos ambientales. Además, se detalla cómo se cumple con el marco jurídico ambiental y de planeación urbana, permitiendo así la aplicación de lo dispuesto en los párrafos primero y segundo del artículo 35 de la LGEEPA, que establece:

> *"**ARTÍCULO 35.** Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.*
>
> *Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el Artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables".*

III.1 Leyes y reglamentos nacionales

III.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

La LGEEPA es una ley reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), misma que fue elaborada para definir el marco jurídico para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como para la protección al ambiente en todo el territorio nacional. Para ello, retoma los preceptos establecidos en nuestra Constitución Política.

El procedimiento de evaluación de impacto ambiental es uno de los mecanismos definidos en la LGEEPA para cumplir las disposiciones antes mencionadas, el cual quedó definido en su artículo 28. En éste se define la evaluación del impacto ambiental como el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades, en este especificadas de manera general, que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas. Por su contenido, este artículo se considera el alma y uno de los más importante de esta ley.

"ARTICULO 28.-La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

I.-Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.

Considerando la naturaleza del proyecto que se somete a evaluación a través del presente documento, su ubicación y las características del predio, obras y actividades a ejecutar se somete a evaluación en cumplimiento de lo establecido en el artículo 28, fracción I y X, de la LGEEPA; y, 5, incisos A) fracción XII, y Q) del REIA.

Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

A) HIDRÁULICAS:

VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales, excepto aquellas en las que se reúnan las siguientes características:

a) *Descarguen líquidos hasta un máximo de 100 litros por segundo, incluyendo las obras de descarga en la zona federal;*
b) *En su tratamiento no realicen actividades consideradas altamente riesgosas, y*
c) *No el resulte aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la Ley;*

XII. Plantas desaladoras;

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:

a) *Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;*

b) *Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y*

c) *La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.*

En la Tabla III-1 se presenta la vinculación entre la naturaleza del proyecto que se pretende desarrollar y lo establecido en la LGEEPA y el REIA.

Previo a ello se aclara que, para el desarrollo del proyecto es importante tomar en cuenta lo indicado en el "Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente" publicado en el Diario Oficial de la Federación el 01 de abril de 2024. Especialmente la adición hecha al artículo 3o., fracción XIII Bis., en la cual se define los ecosistemas costeros y determina los encargados de determinarlos, quedando como sigue:

> ***Ecosistemas costeros***: *Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.*

La Secretaría, en colaboración con las entidades federativas y los municipios, determinará la zona costera nacional tomando en consideración las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona que se trate y la publicará en el Diario Oficial de la Federación mediante Acuerdo.

En relación con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, es importante señalar que, aunque en su glosario de términos aplicables no se encuentra una definición específica para "ecosistemas costeros", sí se proporciona una para "Dunas Costeras":

> *"**Dunas costeras. -** Relieve de acumulación de arena en forma de cresta, por lo general suavemente sinuosas, pero con una orientación dominante que las hace paralelas entre sí."*

Por lo que, considerando que el predio del proyecto se encuentra dentro de los límites definidos en el ordenamiento ecológico, se considera que se ubica dentro de la franja que clasifica como ecosistema costero.

Tabla III.1-1. Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la LGEEPA y el REIA.

Especificación	Cumplimiento
LGEEPA	
ARTÍCULO 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: *…* *I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;* *…*	Con la finalidad de dar cumplimiento a lo establecido en las fracciones aquí indicadas del artículo 28 de la LGEEPA, es que previo al inicio del desarrollo del proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la presente MIA, modalidad particular. Ello, con la finalidad de proporcionarle a la autoridad ambiental los elementos suficientes para que pueda llevar a cabo la evaluación y dictaminación en materia ambiental para el desarrollo del proyecto en cuestión. El proyecto contempla la instalación de una planta de desalinización de agua salobre por el método de ósmosis inversa (POI) y la instalación y operación de una PTAR, con pretendida ubicación en las áreas comunes (servicios) destinadas para éstas, al interior del proyecto en construcción "Aldea Nizuc" antes "Puerto Nizuc", previamente autorizado mediante el oficio número 04/SGA/1074/06, con fecha de 17 de octubre de 2006 y sus modificaciones autorizadas mediante los oficios No. 04/SGA/1899/2021 y 04/SGA/1691/2025, a la promovente. Dado este contexto, el sitio de ubicación no se considera un espacio que cuente con procesos ecológicos naturales, no se le reconoce como un sitio de condiciones naturales críticas para el desarrollo de la vida silvestre. Sin embargo, se tiene que valorar el uso del recurso agua derivado de los pozos de aprovechamiento, de rechazo y el de absorción.
ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	En cumplimiento de este artículo, se debe elaborar y someter al procedimiento de evaluación una manifestación de impacto ambiental, para que, de esta manera, la Secretaría cuente con los elementos necesarios que le permitan dictaminar la viabilidad ambiental del proyecto nuevo; por lo que, en cumplimiento a ello se elaboró y somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental la presente MIA-P.
ARTÍCULO 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. *Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos*	En este capítulo se analiza la congruencia del proyecto con lo que indican todas las disposiciones aplicables en la materia. Tal y como se muestra en el contenido del presente capítulo, no se identificaron instrumentos de política ambiental o normatividad alguna que limite el desarrollo del proyecto, pero si lo regula; por lo que, en este documento se presenta el cumplimiento de las regulaciones establecidas para su realización. Es importante considerar que con relación al segundo párrafo del artículo 35 de la LGEEPA en cita, el presente estudio se elaboró considerando todas las implicaciones

Especificación	Cumplimiento
antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. *Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.* *Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, fundada y motivada, la resolución correspondiente…*	potenciales al ecosistema y sus procesos ecológicos que definen su integridad funcional. Es decir, la evaluación de impacto ambiental llevada a cabo fue desarrollada bajo el enfoque ecosistémico.
REIA	
Artículo 5º.- *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:* ***A) HIDRÁULICAS:*** *VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales, excepto aquellas en las que se reúnan las siguientes características (…)* *XII. Plantas desaladoras.* *…*	Se considera esta vinculación tomando en cuenta que el proyecto que se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental implica la instalación de una Planta de Ósmosis Inversa y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el que se desarrollarán las obras descritas en el capítulo II de este documento. Por lo que, con la finalidad de dar cumplimiento con lo establecido en los incisos aquí mencionados, es que se somete al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental el presente proyecto, de manera previa a su ejecución. A lo largo de este documento se proporciona la información detallada para que la autoridad ambiental cuente con los elementos suficientes para poder evaluar y dictaminar su viabilidad ambiental.
Artículo 9º.- *Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.* *…*	En cumplimiento de este artículo, se somete al procedimiento de evaluación esta MIA-P, la cual se ajusta con lo indicado en la "**Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector hidráulico**", modalidad particular. El presente documento contiene la información relevante sobre las circunstancias ambientales relacionadas con la realización del proyecto, desarrollada en VIII Capítulos en los que se hace una descripción de los posibles efectos en el ecosistema que pudiera ser afectados por la ejecución del proyecto, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas de prevención y mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.
Artículo 10.- *Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:* ***I.*** *Regional, o* ***II.*** *Particular.*	Tomando en cuenta la naturaleza y las características del proyecto descritas en el capítulo II de esta MIA-P, se determinó que no se estaba en lo indicado en alguna de las fracciones del artículo 11 aquí referido, por lo que se procedió a elaborar una MIA-P para ser sometida al

Especificación	Cumplimiento
Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: *I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;* *II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;* *III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y* *IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.* *En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.*	procedimiento de evaluación de impacto ambiental el presente proyecto. Ello, con la finalidad de obtener la autorización en la materia otorgada, en este caso, por las SEMARNAT. Para ello, el capitulado de este documento sigue los indicado en las fracciones del artículo 12 del REIA, aquí referido. Para mayor detalle se siguió lo indicado en la guía específica para proyectos del sector turístico, misma que fue consultada en la página web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121010/Guia_MIA-Particular_Hidráulico.pdf.
Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información: *I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;* *II. Descripción del proyecto;* *III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;* *IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;* *V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;* *VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;* *VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y* *VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.*	

III.1.2 Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es una ley reglamentaria del artículo 27, párrafo tercero, y del artículo 73, fracción XXIX, inciso G, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, cuyo objeto es establecer las bases para la concurrencia entre los gobiernos federal, estatal y municipal en materia de conservación, protección, restauración, aprovechamiento sustentable y desarrollo de la vida silvestre y su hábitat.
En el caso del presente proyecto, que contempla la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa (POI), una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y los pozos vinculados a su funcionamiento (captación, rechazo y absorción), se aclara que en ninguna de sus fases ni en la de preparación del sitio, ni en la de operación se contempla el aprovechamiento, extracción, recolección o afectación de especies de flora o fauna silvestre, ni de sus productos o subproductos.
Las obras e instalaciones del proyecto se desarrollarán exclusivamente dentro de polígonos previamente definidos y autorizados como áreas comunes y técnicas dentro del desarrollo Aldea Nizuc, el cual cuenta con resolución favorable en materia de impacto ambiental, otorgada por la autoridad competente. Estas áreas fueron previamente intervenidas, delimitadas y destinadas para infraestructura, por lo que no se encuentran en estado de conservación ni conforman hábitats de especies prioritarias.
Además, en el proceso de elaboración del presente estudio no se identifica presencia de hábitats críticos o corredores biológicos que puedan verse afectados directa o indirectamente por la ejecución del proyecto.
Por lo anterior, se concluye que la Ley General de Vida Silvestre no resulta aplicable en términos sustantivos al presente proyecto, ya que éste no interactúa con elementos de vida silvestre ni implica actividades de manejo, aprovechamiento o afectación de sus hábitats naturales.

III.1.3 Ley General de Cambio Climático (LGCC)

La presente ley también es reglamentaria de la CPEUM en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico, estableciendo las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Se trata de una ley que es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional.

Entre los objetivos de esta Ley está el de garantizar el derecho a un medio ambiente sano y definir las competencias para la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. La Tabla III-2 contiene la vinculación de la naturaleza del proyecto con lo establecido en esta ley.

Tabla III.1-2.Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Ley General de Cambio Climático.

Especificación	Cumplimiento
Artículo 7º. *Son atribuciones de la federación las siguientes:* *…* *VI. Establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con esta Ley, los*	Estos artículos definen las competencias, atribuciones y obligaciones exclusivas de las entidades de gobierno para garantizar la conservación, preservación y aprovechamiento

Especificación	Cumplimiento
tratados internacionales aprobados y demás disposiciones jurídicas aplicables, en las materias siguientes: *a) Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos, costeros, islas, cayos, arrecifes y los recursos hídricos;* *...* *XIV. Formular y adoptar metodologías y criterios, expedir las disposiciones jurídicas que se requieran para la elaboración, actualización y publicación del inventario y en su caso los inventarios estatales; así como requerir la información necesaria para su integración a los responsables de las siguientes categorías de fuentes emisoras:* *…* *c) Agricultura, ganadería, bosques y otros usos de suelo;* *d) Residuos;* *…* ***Artículo 8º.*** *Corresponde a las entidades federativas las siguientes atribuciones:* *…* *II. Formular, regular, dirigir e instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, de acuerdo con la Estrategia Nacional y el Programa en las materias siguientes:* *a) Preservación, restauración, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recursos hídricos de su competencia;* *f) Ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano de los centros de población en coordinación con sus municipios o delegaciones;* *g) Recursos naturales y protección al ambiente dentro de su competencia;* *h) Residuos de manejo especial;* *…* ***Artículo 9º.*** *Corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones:* *I. …* *II. Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional, el Programa, el Programa estatal en materia de cambio climático y con las leyes aplicables, en las siguientes materias:* *a) Prestación del servicio de agua potable y saneamiento;* *b) Ordenamiento ecológico local y desarrollo urbano;* *c) Recursos naturales y protección al ambiente de su competencia;* *d) Protección civil;*	sustentable de los recursos naturales como parte del proceso de adaptación al cambio climático. Y, en este respecto, como parte del desarrollo del proyecto se establecen medidas ambientales tendientes a prevenir y mitigar los impactos adversos al medio ambiente con la finalidad de coadyuvar en su conservación y protección. Como parte de la ejecución de las medidas propuestas, se han identificado las entidades gubernamentales encargadas de definir las reglas, obligaciones y otorgar las autorizaciones, cuando es necesario, para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y realización de obras y actividades específicas, así como para el manejo y disposición final de agentes que pudieran poner en riesgo el ecosistema. Además, se realizó una revisión para la identificación de los ordenamientos ecológicos de los diferentes niveles de gobierno, así como de los planes de desarrollos urbanos aplicables en la región del proyecto para poder definir la naturaleza y planteamiento del proyecto y demostrar el cumplimiento de cada una de las especificaciones establecidas y aplicables a su desarrollo. El resultado de este ejercicio se presenta en este capítulo en apartados que se incluyen más adelante.

Especificación	Cumplimiento
e) Manejo de residuos sólidos municipales; *…*	
Artículo 26. *En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:* *I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;* *II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;* *…* *IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;* *…* *VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;* *…* *XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y*	De conformidad con lo que dispone la LGCC se entiende por adaptación al conjunto de medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Como se advertirá de la lectura de los capítulos II, III y V de la presente MIA-P, como parte del desarrollo del proyecto se prevé una serie de medidas a fin de prevenir y mitigar los impactos ambientales. Tales medidas contribuyen a las acciones de adaptación previstas por la ley, como son la implementación de acciones tendientes a prevenir y mitigar los impactos ambientales potenciales. Estas están incluidas en el capítulo VI de este documento.
Artículo 28. *La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa y los programas en los siguientes ámbitos:* ***…*** *IV. Ecosistemas y biodiversidad, en especial de zonas costeras, marinas, de alta montaña, semiáridas, desérticas, recursos forestales y suelos;…*	
Artículo 29. *Se considerarán acciones de adaptación:* *…* *III. El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos;* *IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación;* *…* *X. El establecimiento y conservación de las áreas naturales protegidas y corredores biológicos;* *…* *XIII. Los programas de conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad;*	

Especificación	Cumplimiento
… *XVI. Los programas en materia de desarrollo turístico;* …	

III.1.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento

Se trata de otra ley reglamentaria de las disposiciones establecidas en la CPEUM, en este caso a la que hace referencia a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Su objetivo primordial es garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención, generación, valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En la Tabla III-3 se tiene la vinculación entre los principales preceptos de esta ley y su reglamento con el desarrollo y naturaleza del proyecto.

Tabla III.1-3. Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.

Especificación	Cumplimiento
LGPGIR	
Artículo 5.- *Para los efectos de esta Ley se entiende por:* … ***IX.*** *Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;* … ***XI.*** *Gestor: Persona física o moral autorizada en los términos de este ordenamiento, para realizar la prestación de los servicios de una o más de las actividades de manejo integral de residuos;* … ***XII.*** *Gran Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;* … ***XIX.*** *Microgenerador: Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;* ***XX.*** *Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;* … ***XXI.*** *Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico*	Bajo la definición y diferenciación de los diferentes tipos de residuos, se considera que por el desarrollo del proyecto se generarán los tres tipos de residuos, variando en su tipo y cantidad de acuerdo con las actividades que se realizan como parte del proyecto, las cuales cambian según la etapa de desarrollo. Durante la ejecución del proyecto se generarán una mayor cantidad de residuos de manejo especial y menor de residuos sólidos urbanos y la presencia de trabajadores. Entre los residuos de manejo especial están los sobrantes de las actividades como cables, alambres, molduras de pvc y desechos materiales utilizados en la instalación de los sistemas eléctrico e hidráulico. En estas etapas también se generan residuos sólidos urbanos provenientes de los consumos de alimentos realizados por los trabajadores en la obra. Como parte de las medidas ambientales propuestas a implementar está el de manejar de manera separada los diferentes tipos de residuos que se producirían por el desarrollo del proyecto. Esta separación se dará a dos niveles; el primero es diferenciando entre residuos sólidos urbanos y de manejo especial. El segundo nivel es diferenciando entre residuos de las categorías anteriormente mencionadas, siendo, entre los residuos

Especificación	Cumplimiento
para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno; … ***XXX.*** *Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;* … ***XXXII.*** *Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;* ***XXXIII.*** *Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;* …	sólidos urbanos, en residuos orgánicos, inorgánicos. Por otro lado, los residuos de manejo especial se separarán en residuos de madera, chatarra, alambre y residuos de pvc. El traslado y disposición final de los diferentes tipos de residuos generados se llevará a cabo a través de empresas especializadas que cuentan con las autorizaciones necesarias para prestar estos servicios. Estas empresas ya han sido contratadas por el desarrollo inmobiliario, dado que la Planta de Ósmosis Inversa (POI) se instalará en su zona de servicio. De este modo, se garantizará que la disposición final de los residuos se realice en los lugares asignados por la autoridad competente. Por otro lado, durante la etapa de operación y mantenimiento, no se generarán residuos sólidos, líquidos o peligrosos. Sin embargo, el proceso de filtrado de la planta producirá agua de rechazo que contendrá sales, iones y sólidos. Conformando el capítulo II de esta MIA-P, se encuentra la descripción general del plan de manejo integral de residuos a generarse y que se pondría en práctica durante el desarrollo del proyecto.
Artículo 7*.- Son facultades de la Federación:* … ***VII.*** *La regulación y control de los residuos peligrosos provenientes de pequeños generadores, grandes generadores o de microgeneradores, cuando estos últimos no sean controlados por las entidades federativas;* … ***XI.*** *Autorizar el manejo integral de residuos peligrosos, así como la prestación de los servicios correspondientes, de conformidad con lo previsto en esta Ley;*	En el Plan de manejo integral de residuos se diferencian los tipos de residuos, las fuentes del proyecto generadoras, los volúmenes generales esperados a producirse por etapa de ejecución del proyecto, así como la disposición final de cada uno de los tipos de residuos. El promovente del presente proyecto delinea el plan de manejo de residuos a generarse por la ejecución del proyecto con base en las obligaciones que le confiere la presente Ley, así mismo identifica a los responsables del manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, de los residuos producidos por los diferentes generadores, conforme a las facultades y obligaciones que le otorga la ley. Por lo que respecta a esta promovente, manifiesta que está consiente, y en disposición de cumplir con la ley, con respecto al cobro que implica el pago de los servicios por el
Artículo 9.- *Son facultades de las Entidades Federativas:* ***I.*** *Formular, conducir y evaluar la política estatal, así como elaborar de manera coordinada con la Federación los programas en materia de residuos de manejo especial, acordes al Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, establecido en el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;*	

Especificación	Cumplimiento
… *III. Autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial, e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo, en coordinación con la Federación y de conformidad con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados;* … *V. Autorizar y llevar a cabo el control de los residuos peligrosos generados o manejados por microgeneradores, …*	manejo integral no solo de los residuos sólidos urbanos que brinda el Municipio, por sí o por un tercero, sino del que representa el manejo, transporte y disposición final de los residuos de manejo especial y peligrosos antes las instancias correspondientes, así como lo manifiesta la presenta Ley.
Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades: … *III. Controlar los residuos sólidos urbanos;* *IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos, observando lo dispuesto por esta Ley y la legislación estatal en la materia;* … *XI. Efectuar el cobro por el pago de los servicios de manejo integral de residuos sólidos urbanos y destinar los ingresos a la operación y el fortalecimiento de los mismos, y* …	
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. *La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.* *Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.* *Artículo 43.- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.*	Dado el tipo de infraestructura contemplada en el presente proyecto la Planta de Ósmosis Inversa (POI), la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y los pozos vinculados a su operación, así como la duración, escala y características de sus procesos constructivos y operativos, no se prevé la generación de residuos peligrosos como parte de sus actividades normales, tanto durante la fase de instalación como durante su operación continua. En caso de que, de manera excepcional y no recurrente, se genere algún residuo que, conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005, pudiera clasificarse con características de peligrosidad, este será identificado, manejado y dispuesto conforme a lo dispuesto en los artículos 42, 43 y 48 de la LGPGIR y las disposiciones y las disposiciones correspondientes de su Reglamento. En ese supuesto, se aplicarán las medidas:

Especificación	Cumplimiento
Artículo 48.- *Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.* *El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.*	• Acopio en contenedores debidamente etiquetados y bajas condiciones de seguridad y bajo condiciones de seguridad. • Entrega únicamente a empresas o gestores autorizados por la SEMARNAT, con las licencias vigentes. • Verificación previa de la autorización de los gestores de la autorización de los gestores para evitar incurrir en responsabilidad solidaria. • Registro como microgenerador, si así lo requiere la autoridad ambiental local. • Cumplimiento con la notificación formal y la incorporación a planes de manejo, de ser requerido por las autoridades competentes. Cabe reiterar que la operación de ambas plantas no implica procesos que utilicen, generen o manejen de forma sistemática sustancias peligrosas, y por tanto, el proyecto no contempla ser clasificado como generador regular de residuos peligrosos. Por todo lo anterior, se considera que el proyecto cumple con los lineamientos de los artículos citados, manteniéndose dentro del marco normativo aplicable, con enfoque de prevención, control y cumplimiento ambiental estricto, aun en escenarios hipotéticos de mínima generación.
Reglamento de la LGPGIR	
Artículo 35.- *Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo con lo siguiente:* ***I.*** *Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;* ***II.*** *Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:* ***a)*** *Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y* ***b)*** *Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y* ***III.*** *Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.*	En cumplimiento de estos artículos, el presente proyecto adoptará los criterios establecidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005 para la identificación, clasificación y manejo adecuado de cualquier residuo que eventualmente pudiera presentar características de peligrosidad, en estricto apego a la legislación vigente. Tanto en la etapa de instalación como en la fase operativa de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), no se contempla la generación de residuos peligrosos como parte del proceso normal del proyecto. Asimismo, no se realizarán mezclas de residuos de diferente naturaleza ni contacto con suelos que puedan modificar su clasificación. En caso de que lleguen a generarse residuos que requieran un manejo especial, estos serán correctamente identificados en el punto de generación, clasificados conforme a los criterios de la normatividad vigente, y entregados únicamente a gestores autorizados para su recolección, transporte y disposición final. Con estas medidas, el

Especificación	Cumplimiento
Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	proyecto asegura que no se realizarán prácticas que comprometan la integridad del sitio ni impliquen riesgos al ambiente o la salud, manteniéndose dentro de los márgenes establecidos por la legislación ambiental federal.
Artículo 39.- *Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.* *Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.*	
Artículo 40.- *La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.*	

III.1.5 Ley General de Bienes Nacionales y Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar

La Ley de Bienes Nacionales es la ley que tiene el objeto de establecer los bienes que forman parte del patrimonio nacional y las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, entre otros.

Considerando que el proyecto no pretende hacer uso de la zona federal marítimo terrestre aledaña al predio, misma que es considera un bien de uso común, de acuerdo con lo dispuesto por el artículo 7 de la ley en comento, aun así, se observan los lineamientos establecidos en esta ley, así como lo establecido en el Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar con la finalidad de ejercer los derechos de la concesión para el uso respectivo. En la Tabla III-4 se presenta la vinculación del proyecto con este marco jurídico.

Tabla III.1-4. Vinculación jurídica considerando la normativa relacionada con la zona federal marítimo terrestre y la naturaleza del proyecto.

Especificación	Cumplimiento
Ley General de Bienes Nacionales	
ARTÍCULO 7.- *Son bienes de uso común:* *…* ***IV.-*** *Las playas marítimas, entendiéndose por tales las partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujo hasta los límites de mayor flujo anuales;* ***V.-*** *La zona federal marítimo terrestre;* *…*	Artículos normativos de observancia que dictan el alcance de los bienes de uso común, incluyendo las playas y la zona federal marítimo terrestre, y los alcances que se tienen en caso de querer hacer uso o aprovechamiento de ellos.

Especificación	Cumplimiento
ARTÍCULO 13.- Los bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación son inalienables, imprescriptibles e inembargables y no estarán sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional, o alguna otra por parte de terceros. *ARTÍCULO 15.- Los particulares y las instituciones públicas sólo podrán adquirir sobre el uso, aprovechamiento y explotación de los bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación, los derechos regulados en esta Ley y en las demás que dicte el Congreso de la Unión.* *ARTÍCULO 16.- Las concesiones, permisos y autorizaciones sobre bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación no crean derechos reales; otorgan simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes y el título de la concesión, el permiso o la autorización correspondiente.*	Bajo el conocimiento de lo estipulado en estos artículos, y por el alcance del proyecto el criterio ni la ley le es aplicable a ninguna de las Plantas pretendidas a instalar y operar. (POI y PTAR)
ARTÍCULO 119.- Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará: *I.- Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba;*	
Reglamento de para el Uso y Aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar	
Artículo 5o.- Las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, son bienes de dominio público de la Federación, inalienables e imprescriptibles y mientras no varíe su situación jurídica, no están sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional.	Los artículos del Reglamento aquí presentes también son aplicables a la solicitud de concesión de uso de la playa y de la zona federal marítimo-terrestre. Sin embargo, para el caso específico de este proyecto, que implica la instalación y operación de una planta desaladora (POI) y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), no será necesario realizar dicha solicitud ante la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros.
Artículo 7o.- Las playas y la zona federal marítimo terrestre podrán disfrutarse y gozarse por toda persona sin más limitaciones y restricciones que las siguientes: *…* *II. Se prohíbe la construcción e instalación de elementos y obras que impidan el libre tránsito por dichos bienes, con excepción de aquéllas que apruebe la Secretaría atendiendo las normas de desarrollo urbano, arquitectónicas y las previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;*	
Artículo 26.- Toda solicitud de concesión en los términos de la Ley y del presente Capítulo, deberá hacerse por escrito ante la Secretaría, en original y dos copias proporcionando los datos y elementos siguientes: *I. Nombre, nacionalidad y domicilio del solicitante; cuando se trate de personas morales, se deberá acompañar el acta constitutiva de la empresa; cuando se trate de personas físicas se deberá proporcionar el acta de nacimiento;* *II. Plano de levantamiento topográfico referido a la delimitación de la zona o en su defecto, a cartas del territorio nacional en*	

Especificación	Cumplimiento
coordenadas geodésicas. La superficie estará limitada por una poligonal cerrada, presentando su cuadro de construcción, se incluirá también un croquis de localización, con los puntos de localización más importantes; *III. Descripción detallada del uso, aprovechamiento o explotación que se dará al área solicitada;* *IV. Cuando se pretenda realizar la explotación de materiales deberán precisarse sus características, volúmenes de extracción, su valor comercial y el uso a que vayan a destinarse;* *V. Para los efectos de la prelación establecida en el artículo 24 de este Reglamento, se deberán acompañar los documentos que acrediten los supuestos referidos en dicho artículo;* *VI. Instalaciones que pretendan llevarse a cabo, anexando los planos y memorias descriptivas de las obras;* *VII. Cuando existan edificaciones o instalaciones en el área de que se trate realizadas por el solicitante, se indicarán mediante los planos y memorias correspondientes y se presentará el acta de reversión de los inmuebles en favor de la Federación, misma que será previamente levantada por autoridad competente;* *VIII. Monto de la inversión total que se proyecte efectuar, con un programa de aplicación por etapas;* *IX. Constancias de las autoridades estatales o municipales, respecto de la congruencia de los usos del suelo en relación al predio colindante; y* *X. Término por el que se solicita la concesión.*	
Artículo 31.- La Secretaría podrá otorgar permisos en zonas no concesionadas con vigencia máxima de un año para el uso de la zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, de acuerdo a lo dispuesto por la Ley y este Reglamento, cuando se trate de realizar actividades tendientes a satisfacer servicios requeridos en las temporadas de mayor afluencia turística, de investigación científica y otras de naturaleza transitoria que, a juicio de la Secretaría sean congruentes con los usos autorizados en las áreas de que se trate.	

III.1.6 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Esta Ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación del 7 de junio de 2013 y es reglamentaria del artículo 4 de la CPEUM, siendo de orden público e interés social. Tiene por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. Además, de acuerdo con lo indicado en su artículo 1, regula la responsabilidad ambiental derivada de las afectaciones ocasionadas al medio ambiente; así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. En la Tabla III-5 se presenta la vinculación del proyecto con lo establecido en esta ley.

Tabla III.1-5. Vinculación jurídico-ambiental considerando la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental y la naturaleza del proyecto.

Especificación	Cumplimiento
Artículo 6º.- *No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:* ***I.*** *Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,* ***II.*** *No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.* *La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.*	Con el presente documento se expresan, identifican, delimitan en su alcance y se evalúan los posibles impactos ambientales que se pudieran generar por el desarrollo del proyecto. De igual forma, se proponen medidas ambientales para prevenir y mitigar su presencia durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. Asimismo, se podrá observar y quedará en evidencia que la forma en como fue planificado el proyecto y con las medidas de prevención y mitigación se da cabal cumplimiento a las disposiciones aplicables.
Artículo 10.- *Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.* *De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.*	La promovente está consciente y asume la responsabilidad ambiental que implica el desarrollo del proyecto. Para ello, respalda su realización en el análisis efectuado en el presente estudio, en el que con base en las obras y actividades que se tienen planeado ejecutar, las condiciones prevalecientes del medio ambiente, se definieron las medidas ambientales propuestas, resultado del trabajo de la identificación y evaluación de impactos ambientales.

III.2 Ordenamientos ecológicos, planes de desarrollo urbanos y áreas naturales protegidas

Los ordenamientos ecológicos, de acuerdo con lo establecido en la LGEEPA, artículo 3 fracción XXIV, son considerados un instrumento de política ambiental que tienen el objetivo de regular o definir el uso del suelo y las actividades productivas potenciales; con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Debido a que este objetivo va ligado a uno de los objetivos del procedimiento evaluación de impacto ambiental, es obligatorio, e importante, considerar los criterios, lineamientos, estrategias y prohibiciones en ellos establecidos como parte del procedimiento de evaluación. De cierta manera, sus planteamientos funcionan, como una guía para definir las medidas ambientales a llevar a cabo para prevenir y mitigar los impactos ambientales. Por lo anterior, en el presente apartado se realiza la vinculación de la naturaleza del proyecto con los ordenamientos ecológicos aplicables y vigentes en el área de desarrollo del proyecto.

III.2.1 Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (27 febrero 2014)

Con el objetivo de alentar un desarrollo sustentable y congruente con políticas ambientales que permitan la permanencia de los recursos naturales en el municipio de Benito Juárez, el 27 de febrero de 2014, se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el decreto mediante el cual se establece la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POELMBJ).

El POELMBJ quedó diferenciado en 28 unidades de gestión ambiental (UGA), tomando como base para su conformación la caracterización de los atributos ambientales definidos para las unidades de paisaje identificadas en el territorio municipal realizada por un comité técnico, mismas que comprenden 197,882.04 ha. El uso de suelo asignado a cada una de ellas se determinó a partir de un diagnóstico realizado a nivel de campo y gabinete por el comité técnico, asignándose los usos de suelos permitidos por los diversos instrumentos jurídicos que lo regulan: Ley de Asentamientos Humanos, Ley de Fraccionamientos, Ley General de Vida Silvestre, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Estos usos de suelo asignados en el POELMBJ se subdividieron en dos: compatible e incompatible. Los usos de suelo compatibles son aquellos que se desarrollan simultáneamente con el que se propone el Ordenamiento Ecológico, sin que se afecte ninguno de ellos. Y, el incompatible indica los usos que por su naturaleza no se permiten en la unidad de gestión ambiental ya que pueden generar conflicto ambiental y/o sectorial; esto debido a que compite con otros usos por recursos.

Como parte de las medidas de regulación de los usos de suelo se definieron las políticas ambientales en cada una de las UGA. Esta asignación se realizó considerando el ecosistema presente y su estado de conservación, a los usos de suelo actuales y potenciales, así como sus modalidades, planes y programas de gobierno para zonas específicas y esencialmente por los recursos y procesos prioritarios de cada UGA, así como sus objetivos de conservación. Al final el POELMBJ considera cinco políticas: a) preservación; b) protección; c) conservación; d) restauración y, e) aprovechamiento sustentable.

Al respecto, es importante mencionar que la política de aprovechamiento sustentable es la más flexible, ya que según lo describe el propio ordenamiento ecológico, esta aplica a aquellas UGA que presentan condiciones aptas para el desarrollo sustentable de actividades productivas eficientes y socialmente útiles, dichas actividades contemplarán recomendaciones puntuales y restricciones leves, tratando de mantener la función de los ecosistemas y sus principales procesos prioritarios, promoviendo la permanencia o tasa de cambio del uso de suelo actual.

De esta forma, realizando la vinculación de la ubicación de los polígonos donde se pretende la instalación de las Plantas (POI y PTAR) con la definición de las UGA del POELMBJ se encontró que éstos se encuentran dentro del área de influencia de las UGA 21 denominada "Zona Urbana de Cancún".

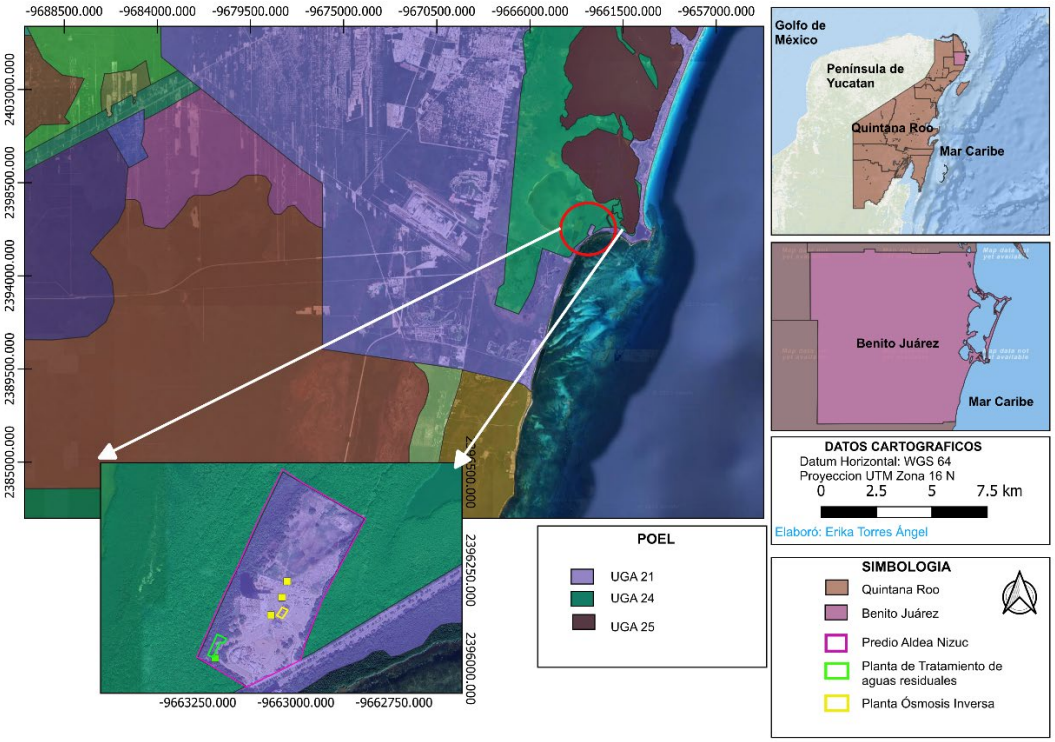


Figura III.2-1.Ubicación de los polígonos donde se pretende la instalación de las POI y PTAR del proyecto con respecto a la regionalización presentada en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Conforme a lo anterior, los polígonos donde se pretende la instalación de las POI y PTAR se ubican dentro de la UGA 21, misma que se caracteriza por contar con una POLÍTICA AMBIENTAL de APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE y cubre una superficie total de 34,937.17 ha.

Los lineamientos ecológicos aplicables o definidos en el POELMBJ para esta UGA son:

- *Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo con los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Cancún, para disminuir la tasa de deterioro de los recursos naturales.*

- *Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m^2 de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia.*

- *Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100% de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad.*

Mientras que, por otro lado, quedó establecido que tanto los parámetros de aprovechamiento y los usos compatibles e incompatibles fueran los indicados en el programa de desarrollo urbano vigente, mismo que se vincula en este apartado.

Los criterios de regulación aplicables a esta UGA en total son 96, de los cuales 39 de ellos son criterios generales (Tabla III-6) y 57 de regulación ecológica para los recursos prioritarios agua, suelo y subsuelo, flora y fauna y paisaje (Tabla III-7).

Tabla III.2-1 Vinculación de los Criterios ecológicos de aplicación general del POELMBJ con el desarrollo del proyecto.

Criterio	Descripción	Vinculación
CG-01	*En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).*	El proyecto no contempla actividades agrícolas, de reforestación o manejo de vegetación nativa, ya que las plantas (POI y PTAR) se ubicarán en zonas previamente autorizadas y destinadas a infraestructura (servicios) dentro del predio Aldea Nizuc. Por lo tanto, no se prevé el uso de plaguicidas o fertilizantes, por lo que el criterio no es vinculante directamente; no obstante, en caso de requerirse mantenimiento menor en áreas verdes ornamentales, se utilizarán productos específicos y autorizados conforme al catálogo vigente de la CICOPLAFEST, asegurando el cumplimiento del criterio en todo momento).
CG-02	*Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.*	Este criterio no es aplicable, ya que el proyecto no contempla el uso rutinario ni intensivo de agroquímicos en ninguna de sus etapas. Las plantas POI y PTAR estarán ubicadas en zonas de infraestructura técnica (servicios), sin áreas de cultivo o aplicación agrícola. En caso de requerirse mantenimiento menor en jardinería u ornato, se emplearán productos biológicos o autorizados, sin representar riesgo para el agua subterránea. Por tanto, no se requiere un programa de monitoreo del recurso hídrico, y se asegura el cumplimiento del criterio con base en el enfoque preventivo del proyecto.
CG-03	*Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.*	El proyecto no contempla remoción de vegetación ni afectación a cobertura vegetal nativa, ya que la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se realizará en polígonos al interior de un predio previamente autorizado para el desarrollo del proyecto "Aldea Nizuc", en zonas ya designadas para infraestructura de uso común (servicios). Por tanto, no existen superficies al interior de los polígonos sin vegetación que requieran acciones de reforestación conforme al criterio, ya que no se generará impacto adicional que comprometa la integridad del suelo o la vegetación original. No obstante, como parte del diseño paisajístico del conjunto, se contempla conservar áreas verdes y permeables integradas por especies ornamentales

Criterio	Descripción	Vinculación
		compatibles y ejemplares nativos producidos en viveros de la región, con el fin de mantener una imagen armónica, funcional y ambientalmente adecuada, en cumplimiento indirecto del enfoque del presente criterio.
CG-04	*En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.*	El proyecto cumple plenamente con este criterio, ya que contempla la separación del drenaje sanitario y el drenaje pluvial. El sistema sanitario de Aldea Nizuc canalizará las aguas residuales hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) diseñada específicamente para este fin, objeto del presente estudio, mientras que el agua pluvial será manejada de forma independiente mediante un sistema de captación y conducción hacia áreas verdes, superficies permeables y un pozo de absorción exclusivo para su infiltración al subsuelo. Dado que no existen talleres ni áreas de estacionamiento con riesgo de hidrocarburos o grasas en la zona de instalación de la POI o PTAR, no se requiere infraestructura adicional para retención de grasas o aceites. Además, se contempla que el escurrimiento superficial sea filtrado naturalmente antes de su infiltración, garantizando así la protección del manto freático y el cumplimiento técnico y ambiental del criterio.
CG-05	*Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.*	El proyecto cumple cabalmente con lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO, ya que garantiza superficies adecuadas de recarga al acuífero a través de áreas verdes y superficies permeables. Los polígonos en los que se instalarán la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) forma parte del desarrollo autorizado denominado “Aldea Nizuc”, el cual contempla desde su origen zonas destinadas al uso común y de servicios, asegurando la preservación de áreas con permeabilidad natural. Además, tanto en el diseño de las instalaciones como en su operación, no se contempla la compactación del suelo ni la colocación de superficies impermeables fuera de las necesarias, y el sistema de captación pluvial ha sido diseñado para favorecer la infiltración del agua de lluvia al subsuelo. De esta manera, el proyecto contribuye activamente a la recarga del acuífero, cumpliendo con lo establecido en este criterio del POEL.
CG-06	*Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas “sin vegetación aparente” y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que*	El proyecto de instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) dentro del desarrollo autorizado en construcción denominado “Aldea Nizuc” no genera fragmentación de ecosistemas ni aislamiento de poblaciones de flora y fauna, ya que ambas infraestructuras se localizarán en zonas destinadas a uso común que ya fueron autorizadas y habilitadas

Criterio	Descripción	Vinculación
	demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	en un proyecto previamente aprobado por la autoridad ambiental. Estas áreas no presentan vegetación natural, ya que fueron seleccionadas estratégicamente dentro del plan maestro del desarrollo para concentrar servicios e infraestructura; Por tanto, no se afectan corredores biológicos ni hábitats de especies silvestres, y no se requiere la presentación de un estudio adicional de zonificación ambiental, dado que el emplazamiento propuesto ya forma parte de un predio con antecedentes de autorización ambiental y sin atributos ecológicos relevantes.
CG-07	*En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.*	No se prevé la interrupción de la conectividad ecosistémica debido a que las instalaciones de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se ubicarán dentro de un predio previamente impactado, en una zona destinada a infraestructura (servicios) dentro del desarrollo Aldea Nizuc. Estas obras no implican la apertura de caminos, bardas o infraestructura lineal que generan barreras para la fauna silvestre. El área carece de vegetación natural y no forma parte de corredores biológicos funcionales, por lo que no aplica la implementación de pasos de fauna.
CG-08	*Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.*	En los polígonos donde se ubicarán la POI y la PTAR no existen humedales, rejolladas, petenes, cenotes ni cuerpos de agua superficiales que deban ser integrados como zonas de conservación. El sitio ha sido evaluado previamente y forma parte de un desarrollo que cuenta con autorización ambiental global, por lo que no se identifican elementos hidrológicos o ecosistémicos protegidos en el área del proyecto.
CG-09	*Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.*	El proyecto se localiza dentro de una Unidad de Gestión Ambiental 21 (UGA) clasificada como urbana, según el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Benito Juárez (PDUMBJ) 2022. Por lo tanto, no le son aplicables las restricciones señaladas para áreas rurales o de transición. Las plantas (POI y PTAR) se ubicarán dentro de las áreas comunes (servicios) del desarrollo Aldea Nizuc, en polígonos específicamente asignados para equipamiento e infraestructura, sin invadir áreas naturales ni exceder los límites de ocupación autorizado.
CG-10	*Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.*	El proyecto no considera la apertura de nuevos caminos.

Criterio	Descripción	Vinculación
CG-11	*El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.*	Este criterio no resulta aplicable al proyecto, ya que no se contempla realizar desmonte. La instalación tanto de la POI como de la PTAR se desarrollará exclusivamente dentro de polígonos previamente autorizados, acondicionados y destinados para servicios dentro del proyecto en construcción denominado "Aldea Nizuc". Por tanto, el planteamiento no implica apertura de nuevas áreas ni afectaciones adicionales al entorno, ajustándose al criterio y respetando el uso del suelo aprobado.
CG-12	*En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.*	El criterio no es aplicable ya que el proyecto se ubica dentro de polígonos claramente definidos para servicios dentro del desarrollo Aldea Nizuc. No se desarrollarán varios usos de suelo ni se realizará desmonte adicional, por lo tanto, no aplica la acumulación de porcentajes ya que la intervención se restringe a la instalación de infraestructura en la que el espacio fue previamente autorizado.
CG-13	*En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.*	Dado que las plantas se instalarán en zonas ya impactadas y previamente autorizadas dentro del proyecto Aldea Nizuc, no se requiere ejecutar un programa formal de rescate de flora. No obstante, por prevención ambiental y ética, se implementarán medidas de ahuyentamiento y vigilancia al inicio de las actividades para evitar la afectación de fauna silvestre que pudiera transitar de forma incidental por el área. Estas acciones serán suficientes debido al bajo riesgo ecológico asociado a las condiciones del sitio.
CG-14	*En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.*	El proyecto cumple con este criterio ya que las plantas serán instaladas exclusivamente dentro de zonas previamente intervenidas y destinadas para infraestructura técnica (servicios) dentro del desarrollo Aldea Nizuc, las cuales no presentan cobertura arbórea ni requieren desmontes adicionales. El proyecto no ocupará más superficie que la indicada para su actividad compatible ni interfiere con áreas naturales o no autorizadas.
CG-15	*En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.*	Este criterio no resulta aplicable, ya que el proyecto no se desarrollará dentro de un ecosistema forestal ni contempla áreas con vegetación nativa o exótica que represente riesgo ecológico. El área de instalación de ambas plantas corresponde a espacios previamente contemplados para servicios, sin presencia de especies vegetales invasoras que deben ser removidas conforme a lo dispuesto por CONABIO.
CG-16	*La introducción y manejo de palma de coco (Cocus nucifera) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la*	El proyecto no contempla la plantación ni el manejo de palma de coco (Cocus *nucifera*), por lo tanto, el criterio no resulta aplicable. En caso de utilizarse

Criterio	Descripción	Vinculación
	enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero".	ornamentalmente en el desarrollo principal, será responsabilidad del titular del predio cumplir con la selección de variedades resistentes al amarillamiento letal del cocotero, conforme a lo señalado por la CICOPLAFEST.
CG-17	*Se permite el manejo de especies exóticas, cuando:* *1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA.* *2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua,* *3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento.* *4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural.* *5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.*	El proyecto de instalación de la POI y PTAR no contempla el manejo de fauna en encierros ni se localiza en cuerpos naturales de agua. No se prevé la introducción ni confinamiento de especies exóticas, en caso de detectarse especies vegetales no nativas durante la instalación, serán retiradas siguiendo procedimientos que impidan su propagación, y no se utilizarán especies invasoras de acuerdo con los listados de CONABIO y SAGARPA. El criterio no se aplica en sus aspectos sustantivos.
CG-18	*No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.*	El proyecto no considera actividades de acuicultura en cuerpos de agua, ni naturales ni artificiales. Por tanto, el presente criterio no aplica al proyecto.
CG-19	*Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.*	No se contempla la apertura de caminos abiertos en el predio. Todas las instalaciones (POI y PTAR) se desarrollarán dentro de polígonos previamente autorizados y urbanizados, con accesos definidos y controlados desde el desarrollo Aldea Nizuc. Por tanto, el proyecto cumple con el criterio.
CG-20	*Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.*	El polígono del proyecto no intersecta con cenotes, rejolladas inundables ni cuerpos de agua superficial. El pozo de absorción del sistema está diseñado y ubicado de acuerdo con estudios técnicos que garantizan que no afectarán los cuerpos de agua adyacentes. Se asegura el cumplimiento de las condiciones ecológicas sin afectar estructura geológica alguna. Se cumple con el criterio.
CG-21	*Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.*	En el sitio no se encuentran vestigios arqueológicos. No aplica el criterio CG-21.
CG-22	*El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella*	El proyecto no considera el establecimiento de tendidos de energía eléctrica de alta tensión.

Criterio	Descripción	Vinculación
	no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	
CG-23	*La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.*	El proyecto cumple cabalmente con este criterio, ya que toda la infraestructura de conducción eléctrica y de comunicación será instalada de forma subterránea dentro de los polígonos previamente destinados para infraestructura técnica. Esto evitará la contaminación visual del paisaje, minimizará la fragmentación de ecosistemas y reducirá los riesgos por eventos meteorológicos, asegurando además la seguridad operativa de ambas plantas.
CG-24	*Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.*	El proyecto no considera la construcción de carreteras. No aplica el criterio.
CG-25	*En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.*	Se da cumplimiento al criterio ya que la cimentación de las instalaciones de la POI y la PTAR no interrumpirá la hidrodinámica natural superficial ni subterránea. Las obras se localizan en zonas ya acondicionadas para infraestructura, y se han tomado en cuenta los estudios geohidrológicos del predio para garantizar la infiltración segura y adecuada del efluente tratado por parte de la PTAR, así como la operación controlada de los pozos de la POI.
CG-26	*De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben:* *A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores.* *B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros).* *C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados.* *D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.*	El proyecto no contará con campamentos de construcción, toda vez que los trabajadores provendrán del mismo centro urbano de Cancún. No obstante, se adoptarán ciertas medidas de manejo, tales como: • Se contará con letrinas una cada 20 trabajadores. • Se habilitará un área temporal para el consumo de alimento y descanso de los trabajadores. • Se contará con áreas estratégicas para el almacenamiento temporal de equipo, herramienta y material requerido para la construcción. • Los residuos peligrosos que se pudieran generar serán almacenados temporalmente en el almacén exprofeso para su transporte y disposición final a cargo de una empresa autorizada para realizar dichas actividades. Estas áreas se habilitarán en áreas de desplante de las obras del proyecto.
CG-27	*En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la*	El proyecto no considera la construcción de sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos. No resulta aplicable el criterio.

Criterio	Descripción	Vinculación
	geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.	
CG-28	*La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.*	Los materiales derivados de las obras de instalación, como excavaciones menores para cimentaciones y conexiones hidráulicas o eléctricas, serán gestionados en estricto apego a la normativa. Su disposición final se hará en sitios autorizados por la autoridad competente, asegurando que no contengan residuos peligrosos ni sean considerados residuos urbanos no manejables dentro del proyecto.
CG-29	*La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.*	Durante la instalación y operación del proyecto, los residuos sólidos generados serán recolectados, almacenados temporalmente y transportados a sitios de disposición final autorizados. Se dará cumplimiento a los lineamientos municipales y estatales sobre residuos, con una adecuada separación, manejo y disposición que minimice los impactos ambientales.
CG-30	*Los desechos biológico infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.*	El proyecto no contempla actividades médicas, hospitalarias ni procesos que implican la generación de residuos biológico-infecciosos. Por tanto, no aplica este criterio.
CG-31	*Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.*	No se considera la construcción de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.
CG-32	*Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.*	No se realizará quema de basura, entierro o disposición de ésta a cielo abierto. Los residuos se manejarán conforme se describió en el Capítulo II de este documento, tal cual lo establece la Ley y el Reglamento en la materia.
CG-33	*Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.*	El proyecto contará con un sitio específico para el acopio temporal de los residuos sólidos y, el manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos generados en el predio estará a cargo del organismo municipal que brinda el servicio en la zona turística de Cancún.
CG-34	*El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.*	Todos los materiales e insumos que se empleen en el proyecto provendrán de casas comerciales establecidas.
CG-35	*En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los*	El proyecto que contempla la instalación de una Planta de Ósmosis Inversa (POI) y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se desarrollará al interior del Lote 3 del desarrollo autorizado y en construcción denominado *Aldea*

Criterio	Descripción	Vinculación
	cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	*Nizuc*, en polígonos que ya fueron destinados y autorizados para albergar infraestructura técnica. Por tanto, no se realizará desmonte ni remoción de vegetación adicional, y las áreas de intervención ya se encuentran modificadas.
CG-36	*Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.*	El proyecto no considera la realización de actividades agrícolas, pecuarias o forestales. No resulta aplicable el criterio.
CG-37	*Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.*	Este criterio no resulta aplicable al proyecto, ya que no se contempla desmonte ni remoción de vegetación. La instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se desarrollará en polígonos al interior del Lote 3 del desarrollo Aldea Nizuc, los cuales ya se encuentran autorizados y previamente intervenidos. Por tanto, no se generará tierra vegetal que deba ser recuperada, ni residuos vegetales ni petróleos derivados de despalme.
CG-38	*No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.*	El presente proyecto no contempla la transferencia de densidades ni implica desarrollos turísticos, campestres o ecoturísticos como hoteles, cabañas o residencias. La infraestructura proyectada (POI y PTAR) tiene un carácter técnico-operativo, no habitacional ni turístico, y se localizará exclusivamente dentro de las áreas asignadas para servicios del desarrollo autorizado denominado “Aldea Nizuc”, por lo que cumple con este criterio.
CG-39	*El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.*	Este criterio no aplica al proyecto, ya que la instalación de ambas plantas se realizará en zonas que no cuentan con cobertura forestal y que ya han sido autorizadas como áreas técnicas para la ubicación de infraestructura. No se requiere cambio de uso de suelo forestal ni se localiza en terrenos con vegetación natural relevante, por lo que no se contraviene lo dispuesto en este criterio.

Dado que el proyecto en cuestión contempla la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa (POI) y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), se presenta a continuación la vinculación del proyecto con los criterios de aplicación urbana, tal como se detalla en la Tabla III-7.

Tabla III.2-2 Vinculación de los criterios regulación ecológica de aplicación urbana para la UGA 21, con el desarrollo del proyecto.

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
	Agua	
URB-01	*En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.*	El predio del proyecto se localiza en una zona urbana, dentro del desarrollo autorizado Aldea Nizuc, y contará con un sistema autónomo de tratamiento de aguas residuales. La instalación prevista es una Planta de Tratamiento Bio Pro S®, de tecnología biológica secuencial, diseñada para operar bajo condiciones aeróbicas en ciclos automáticos y con capacidad de tratamiento de hasta 170 m^3 por día. Este sistema garantiza el cumplimiento de la NOM-003-SEMARNAT-1997 y permite el tratamiento adecuado de aguas residuales domésticas, atendiendo plenamente el criterio.
URB-02	*A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.*	El proyecto contempla la instalación y operación de una PTAR del tipo Bio Pro S®, diseñada con reactores biológicos secuenciales, cribado fino, desarenado hermético, digestión aeróbica de lodos y sistema automatizado de operación. El tratamiento será continuo, con descarga segura de agua tratada y posibilidad de reúso, cumpliendo con los parámetros establecidos en la NOM-003-SEMARNAT-1997, por lo que se garantiza el tratamiento adecuado y permanente de las aguas negras domiciliarias del proyecto.
URB-03	*En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para las descargas por la CONAGUA.*	El proyecto se localiza dentro del desarrollo autorizado "Aldea Nizuc", el cual cuenta con la factibilidad de conexión a la red de drenaje sanitario municipal. No obstante, con el objetivo de fomentar la autosuficiencia hídrica y la sustentabilidad operativa del desarrollo, se ha previsto la instalación y operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) propia, la cual cumple con las especificaciones técnicas y normativas aplicables, incluyendo la NOM-001-SEMARNAT-2021. Este esquema permite tratar y disponer las aguas residuales de manera autónoma mediante un pozo de absorción diseñado conforme a las condiciones geohidrológicas del sitio, lo cual contribuirá a reducir la carga sobre la infraestructura pública y garantizar el cumplimiento ambiental. La operación de la PTAR estará sujeta a los permisos correspondientes ante la CONAGUA, incluyendo el título de descarga de aguas

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
		residuales tratadas, tal como lo establece la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.
URB-04	*Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.*	El criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto. No se pretende el establecimiento de sistemas de producción agrícola intensiva. No resulta aplicable.
URB-05	*En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para optimización y reciclaje del agua. Evitando en toda la contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos.*	No aplica. El proyecto no incluye entre sus componentes la construcción y operación de campos de golf.
URB-06	*Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas jardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación.*	El presente proyecto no contempla la creación de campos deportivos, campos de golf ni áreas jardinadas, ya que se limita exclusivamente a la instalación y operación de infraestructura técnica para el abastecimiento (POI) y tratamiento (PTAR) de aguas del desarrollo Aldea Nizuc; por tanto, no se prevé el uso de fertilizantes, pesticidas ni otros agroquímicos, y el criterio no se aplica a las actividades proyectadas.
URB-07	*No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.*	El proyecto cumple cabalmente con este criterio, ya que se contempla la instalación y operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) propia, diseñada conforme a los estudios técnicos específicos del sitio, así como a lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-2021. El efluente tratado será dispuesto a través de un pozo de absorción profunda, ubicado dentro del polígono designado, sin afectar cuerpos de agua superficiales ni zonas inundables. Con ello, se garantiza el tratamiento previo y la disposición controlada, tal como lo establecen los principios de gestión ambiental y saneamiento.
URB-08	*En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.*	El proyecto no contempla la creación de espacios jardinados ni la incorporación de elementos arbóreos o arbustivos, ya que su naturaleza es técnica y operativa, enfocado únicamente en la instalación y funcionamiento de infraestructura hídrica (Planta de Ósmosis Inversa y PTAR) en áreas previamente destinadas para ese uso dentro del desarrollo Aldea Nizuc. No obstante, se respetará la existencia en los alrededores de los polígonos designados y, en

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
		caso de requerirse vegetación complementaria para efectos de integración visual o mitigación ambiental, se considerará el uso de especies nativas compatibles con el ecosistema local.
URB-09	*Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.*	No es aplicable a las obras y actividades que se solicitan. No corresponde al promovente el cumplimiento del criterio.
URB-10	*Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.*	No aplica. En el predio del proyecto no existen cenotes, rejolladas inundables ni cuerpos de agua.
URB-11	*Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.*	El proyecto cumple con este criterio al incorporar una Planta de Ósmosis Inversa (POI), cuya finalidad es proveer agua tratada de alta calidad para el desarrollo Aldea Nizuc, reduciendo la presión sobre otras fuentes de abastecimiento. Además, el sistema cuenta con equipos diseñados para optimizar el uso del agua durante el proceso de desalinización, y se prevé la incorporación de tecnologías que permitan monitorear el rendimiento, controlar fugas y fomentar un uso racional del recurso hídrico dentro del proyecto.
URB-12	*En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.*	El proyecto contempla la instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) dentro de un área previamente destinada a infraestructura técnica (servicios). Esta PTAR está basada en tecnología avanzada y cerrada, lo cual reduce significativamente la generación de olores. Además, se contempla la implementación de medidas de control de emisiones olorosas como parte de la ingeniería del sistema; si bien la zona no cuenta con franjas arbóreas naturales de 15 m, las instalaciones están estratégicamente ubicadas lejos de áreas habitacionales, y se garantiza que las actividades no generarán molestias al entorno inmediato. En caso necesario, se podrán incorporar elementos vegetales nativos como

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
		medida complementaria de mitigación paisajística y ambiental.
URB-13	*La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.*	Este criterio no resulta aplicable al proyecto, ya que la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) no contempla infraestructura asociada al manejo, canalización o tratamiento de aguas pluviales. El proyecto se desarrolla exclusivamente en polígonos ya definidos al interior del predio autorizado de Aldea Nizuc para albergar infraestructura técnica, por lo que no considera espacios verdes, cuerpos de agua ni pozos de absorción destinados a captar agua de lluvia. Para los alcances del presente proyecto, dicho criterio no aplica.
URB-14	*Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.*	No aplica. No se construirán crematorios.
URB-15	*Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.*	No aplica. No se construirán cementerios.
URB-16	*Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.*	El criterio no resulta aplicable al presente proyecto, ya que no se desarrollará en espacios públicos ni contempla obras de urbanización que interfieran o alteren las zonas de desastre pluvial, bocas de tormenta o flujos naturales relacionados con eventos ciclónicos. Las plantas POI y PTAR se instalarán en polígonos previamente destinados a infraestructura técnica (servicios) dentro del desarrollo autorizado "Aldea Nizuc", sin modificar el sistema de escurrimiento superficial o subterráneo del sitio. No se realizarán obras que impliquen la ocupación de franjas de 20 metros o más susceptibles a inundación, por lo que no se generan riesgos de obstrucción ni se requiere la ejecución de obras adicionales de drenaje pluvia.
URB-17	*Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los árboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.*	El proyecto no implica el aprovechamiento de recursos biológicos forestales maderables ni no maderables.
Suelo y subsuelo		
URB-19	*La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los*	No aplica. No se construirán bancos de explotación de materiales pétreos.

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
	casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	
URB-20	*Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.*	En el predio del proyecto no existen cenotes, rejolladas, cuevas ni cavernas, por lo tanto, este criterio no es aplicable para su desarrollo.
URB-21	*Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.*	El presente proyecto no contempla la apertura, operación ni intervención de bancos de materiales, por lo que el criterio URB-21 no resulta aplicable. La instalación de la Planta de Ósmosis Inversa y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se desarrollará dentro de zonas previamente destinadas para servicios, sin requerir extracción de materiales pétreos ni afectaciones relacionadas con el aprovechamiento de bancos de materiales autorizados.
URB-22	*Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.*	No aplica. No se habilitarán bancos de explotación de materiales pétreos.
URB-23	*Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dicha superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.*	No aplica. No se realizarán actividades relacionadas con la explotación de bancos de materiales pétreos.
URB-24	*Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.*	El proyecto no se considera como generador de Residuos de Manejo Especial ni como Gran Generador de Residuos Sólidos Urbanos; no obstante, durante las fases de instalación y operación de la POI y la PTAR, se asegurará el manejo adecuado de todos los residuos generados, en cumplimiento con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. En caso de que en algún momento se identifique una

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
		clasificación que implique la obligación de presentar un plan de manejo, este se elaborará conforme a la normatividad vigente y será presentada ante la autoridad competente para su evaluación y aprobación.
URB-25	*Para el caso de Condominios habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de Condominio, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas jardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el Condominio, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al Condominio*	No aplica. El proyecto pretende la instalación y operación de una Planta de Ósmosis inversa y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con sus respectivos pozos de extracción, rechazo y absorción.
URB-26	*En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los Condominios deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia.*	El proyecto no se localiza en un espacio de crecimiento de la mancha urbana, ya que se ubica en una zona urbana consolidada, dentro del polígono de un desarrollo previamente autorizado y en construcción “Aldea Nizuc”. El sitio ya forma parte del uso de suelo destinado a servicios (áreas comunes), por lo que este criterio no resulta aplicable
URB-27	*La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.*	El proyecto no contempla equipamiento en áreas verdes, ya que no se establecerán áreas jardinadas o destinadas a recreación. Toda la superficie estará destinada exclusivamente a la infraestructura técnica correspondiente a la POI y la PTAR. Por tanto, el criterio se considera atendido.
URB-28	*Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de Condominios habitacionales, así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).*	El área destinada a la instalación de la POI y la PTAR no se encuentra dentro de una sascabera ni presenta riesgo de inundación, según el análisis de ubicación y características del predio al interior del desarrollo Aldea Nizuc. Por lo anterior, este criterio no aplica al proyecto.
URB-29	*En la construcción de Condominios dentro de las áreas urbanas, se permite la*	Este criterio no resulta aplicable al presente proyecto, ya que no se trata de la construcción

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
	utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	de condominios ni contempla actividades de urbanización habitacional; sin embargo, en caso de generarse un volumen mínimo de material pétreo por nivelación localizada, este será manejado y dispuesto conforme a la normativa aplicable y en coordinación con el desarrollo Aldea Nizuc, el cual cuenta con gestión integral de residuos.
Flora y fauna.		
URB-30	*En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan.* *Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.*	El proyecto no se ubica dentro de una zona inundable ni interfiere con ecosistemas naturales sujetos a conservación. Las plantas POI y PTAR se localizarán en polígonos ya autorizados y destinados específicamente para infraestructura técnica (servicios), dentro de un desarrollo urbano previamente evaluado. Además, la zona ya ha sido intervenida y no representa un hábitat prioritario para especies silvestres, por lo que el criterio no es aplicable al presente proyecto.
URB-31	*Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.*	En congruencia con lo previamente descrito en la MIA, no se contempla remoción de vegetación ni desmonte en el área del proyecto, ya que se desarrollará sobre superficies previamente impactadas. Sin embargo, en cumplimiento con el principio precautorio, en caso de detectarse fauna silvestre durante la instalación de las plantas, se aplicarán acciones de ahuyentamiento y rescate, y los ejemplares serán liberados en zonas adecuadas del propio desarrollo o en espacios designados por la autoridad ambiental competente, garantizando así la protección de la biodiversidad.
URB-32	*Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios*	El proyecto no contempla la creación de espacios públicos jardínados, ya que se limita exclusivamente a la instalación técnica y operativa de una Planta de Ósmosis Inversa (POI) y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), en polígonos previamente autorizados por encontrarse al interior del predio donde se efectúa el desarrollo del proyecto “Aldea Nizuc”. Además, no se prevé el aprovechamiento forestal ni la afectación de ejemplares arbóreos con DAP mayor a 15 cm. Por lo tanto, el criterio no resulta aplicable al presente proyecto.
URB-33	*Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas.*	El proyecto no se ubica cercano a una zona industrial y/o central de abasto.

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
	Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	
URB-34	*En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.*	El proyecto no contempla la remoción de vegetación, ya que las obras se desarrollarán exclusivamente en polígonos previamente intervenidos y destinadas a servicios (áreas comunes) dentro del desarrollo autorizado denominado "Aldea Nizuc". Además, los programas de rescate de flora y fauna silvestre ya fueron elaborados y autorizados por la SEMARNAT como parte del proyecto integral. Por tanto, este criterio no es aplicable, ya que no se requiere un nuevo programa de rescate, ni se afecta la vegetación natural.
URB-35	*No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.*	El proyecto no contempla áreas de parques ni reservas urbanas, ni la introducción o liberación de fauna de ningún tipo. Asimismo, las actividades que se realizarán están relacionadas exclusivamente con la instalación de infraestructura técnica (POI y PTAR), sin intervención en zonas con atributos de conservación. En este sentido, el criterio se cumple en su totalidad.
URB-36	*Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente*	El proyecto no contempla la intervención de ecosistemas de manglar, ya que las obras se ejecutarán dentro de polígonos previamente destinados y autorizados para servicios en el desarrollo turístico "Aldea Nizuc". Estos polígonos no se traslapan con zonas consideradas como Áreas de Preservación Ecológica, ni presentan cobertura vegetal ni ecosistemas relevantes, como manglares, por tanto, no se compromete ni modifica ningún ecosistema protegido, y el proyecto cumple plenamente con lo establecido en el criterio
URB-37	*Para minimizar los impactos ambientales y el efecto de borde sobre los ecosistemas adyacentes a los centros urbanos, la ocupación de nuevas reservas territoriales para el desarrollo urbano, solo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.*	No resulta aplicable al proyecto el criterio. Este criterio es para observancia de la autoridad.
URB-38	*Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.*	El proyecto no contempla la construcción de estacionamientos, por lo que el presente Criterio no es vinculante.
URB-39	*Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el*	El predio no colinda con humedales, el criterio no es aplicable.

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
	tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación. *Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.*	
URB-40	*En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.*	No aplica al promovente dar cumplimiento a lo dispuesto por el criterio.
URB-41	*Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y extracción para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (Manilkara zapota), la guaya (Talisia olivaeriformis), capulín (Muntingia calabura), Ficus spp., entre otros.*	El criterio no es aplicable ya que no se trata de un proyecto urbano.
Paisaje		
URB-43	*Las áreas verdes y las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.*	El criterio no es aplicable. No obstante, se considera un plan de manejo de residuos sólidos y medidas de reducción de emisiones de ruido, manejo de agua y fecalismo, este último mediante la instalación de sanitarios para los trabajadores durante las etapas de preparación del sitio y construcción. En la etapa de operación no son necesarias ya que se tendrá el equipo necesario para prevenir la contaminación ambiental aquí referida.
URB-44	*Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.*	No corresponde al promovente el cumplimiento del criterio referido. No aplica.
URB-45	*Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.*	El proyecto no contempla actividades de desmonte ni pérdida de vegetación, ya que las obras de instalación de la POI y la PTAR se desarrollarán en áreas previamente impactadas y destinadas a infraestructura técnica dentro del desarrollo autorizado Aldea Nizuc, las cuales carecen de cobertura vegetal natural.

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
URB-46	*El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.*	No aplica. No se prevé el establecimiento de actividades de la industria concretera y similares.
URB-47	*Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.*	No corresponde al promovente el cumplimiento del criterio referido. La autoridad responsable deberá dar cumplimiento según corresponda. No aplica.
URB-48	*En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.*	El proyecto no contempla áreas verdes, camellones, parques ni jardines, en consecuencia, no se realizará remoción de vegetación arbórea ni de palmas, ni existe necesidad de integrarlas al diseño del proyecto, ya que el predio carece de tales elementos. Por tanto, se cumple con el criterio al no afectar la vegetación original ni requerir medidas adicionales de conservación en áreas verdes, dado el contexto urbano y previamente autorizado del predio.
URB-49	*Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.*	El área del proyecto no colinda con playas ni se encuentra dentro de zonas aptas para la anidación de tortugas marinas, al estar ubicada en una zona urbana delimitada dentro del desarrollo Aldea Nizuc. Además, el proyecto se circunscribe exclusivamente a la instalación de infraestructura técnica (POI y PTAR) en áreas ya previstas para este fin al interior del proyecto "Aldea Nizuc"; por lo tanto, el criterio URB-49 no resulta aplicable al presente proyecto.
URB-50	*Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: plantas rastreras: Ipomea pes-caprae, Sesuvium portulacastrum, herbáceas: Ageratum littorale, Erythalis fruticosa y arbustos: Tournefortia gnaphalodes, Suriana maritima y Coccoloba uvifera y Palmas Thrinax radiata, Coccothrinax readii.*	No aplica. No colinda con duna.
URB-51	*La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios:* • *Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años.* • *Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas.*	No aplica. El predio no cuenta ni colinda con dunas.

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
	• *Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna.* • *Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa.* • *Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas*	
URB-52	*En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:* • *Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.* • *Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.* • *Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.* • *Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.* • *Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:* *a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.* *b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.* *c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.* • *Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal*	No aplica. El predio no colinda con arena consolidada y carece de playas con arena.

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
	doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	
URB-53	*Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.*	No aplica. El proyecto no incide en dunas
URB-54	*En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.*	No aplica. Las obras y actividades no colindan o inciden en zona de duna.
URB-55	*La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).*	No aplica. Las obras y actividades no colindan o inciden en zona de duna.
URB-56	*En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas.* *El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas*	No aplica. Las obras y actividades no colindan o inciden en zona de duna.
URB-57	*La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se*	No aplica. Las obras y actividades no implican restauración de playa.

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
	consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	
URB-58	*Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.*	No aplica. Las obras y actividades no pretenden extracción de arena.
URB-59	*En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.*	El presente proyecto no contempla áreas verdes ni actividades de jardinería, poda o deshierbe, ya que se limita exclusivamente a la instalación de infraestructura técnica (POI y PTAR) en zonas ya urbanizadas; por tal motivo, no se generarán residuos vegetales asociados a mantenimiento de áreas verdes, ni será necesario realizar composto ni reincorporación de materia orgánica al suelo.

En virtud de lo expuesto, se deja en evidencia que el proyecto **"Planta de Ósmosis Inversa y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Aldea Nizuc"**, no se contrapone con los criterios ambientales indicados en la **UGA 21**, por lo que no se rebasan las disposiciones contenidas en el POELMBJ, ajustándose claramente a los **CRITERIOS GENERALES** y **ESPECÍFICOS** de dicho instrumento. Por lo que, se concluye que el planteamiento del proyecto que se somete al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental es concordante y cumple con el POELMBJ, toda vez que no se rebasan las disposiciones jurídicas fijadas en dicho instrumento.

III.2.2 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Benito Juárez 2022

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Benito Juárez 2022, los polígonos destinados para la instalación y operación de la Planta de Osmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), ubicados al interior del Lote 3, Manzana 6, sobre el Boulevard Kukulcán, se encuentran contenidos en el **Distrito Urbano 8-B**, el cual está delimitado al norte por el Mar Caribe, al oeste por la Av. Bonampak y el Blvd. Luis Donaldo Colosio, al este por el Mar Caribe y al sur por el Blvd. Kukulkán. (Figura III-2)

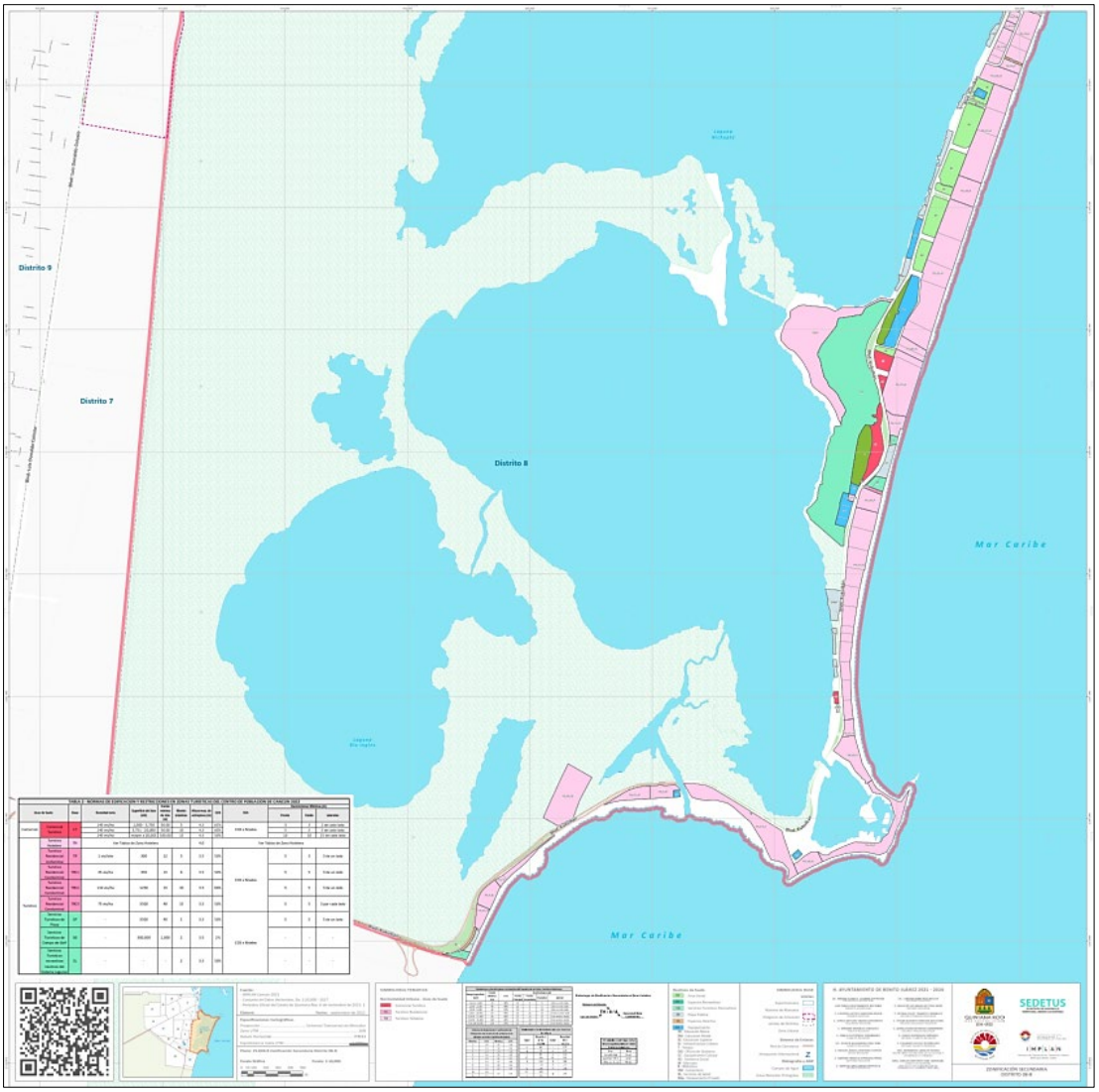


Figura III.2-2. Ubicación del Distrito Urbano 8-B, de acuerdo con la división presentada en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro del Población Cancún, Benito Juárez, en donde se ubican los polígonos pretendidos para instalar y operar el proyecto.

La estrategia de desarrollo urbano plateadas en el PDUCPC 2022 se basa en el establecimiento de una política de desarrollo que consta de cinco políticas generales, las cuales definen la orientación del desarrollo y destino del uso de suelo y obras y actividades permisibles. Las cinco políticas de desarrollo definidas son: a) Conservación; b) Crecimiento; c) Mejoramiento; d) Reciclamiento y, e) Consolidación.

Cada uno de los 22 distritos urbanos en los que se divide el área de influencia del PDUCPC 2022 se rige bajo una de las políticas de desarrollo antes mencionadas. Particularmente, el Distrito Urbano 8-B está definido como zona turística, lo que de acuerdo con manifestado en el programa de desarrollo urbano se caracteriza por contar *con los servicios turísticos*

hoteleros de la ciudad y los accesos a playas públicas, además de contar con actividades náuticas, por lo que su población representa el 0.3% de la población total.

A los polígonos destinados para la instalación y operación de la Planta de Osmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), ubicados al interior del Lote 3, Mza. 6, sobre el Boulevard Kukulcán, Cancún, se le asignó un uso de suelo Turístico Habitacional (TH/20/N) (Figura III-3).

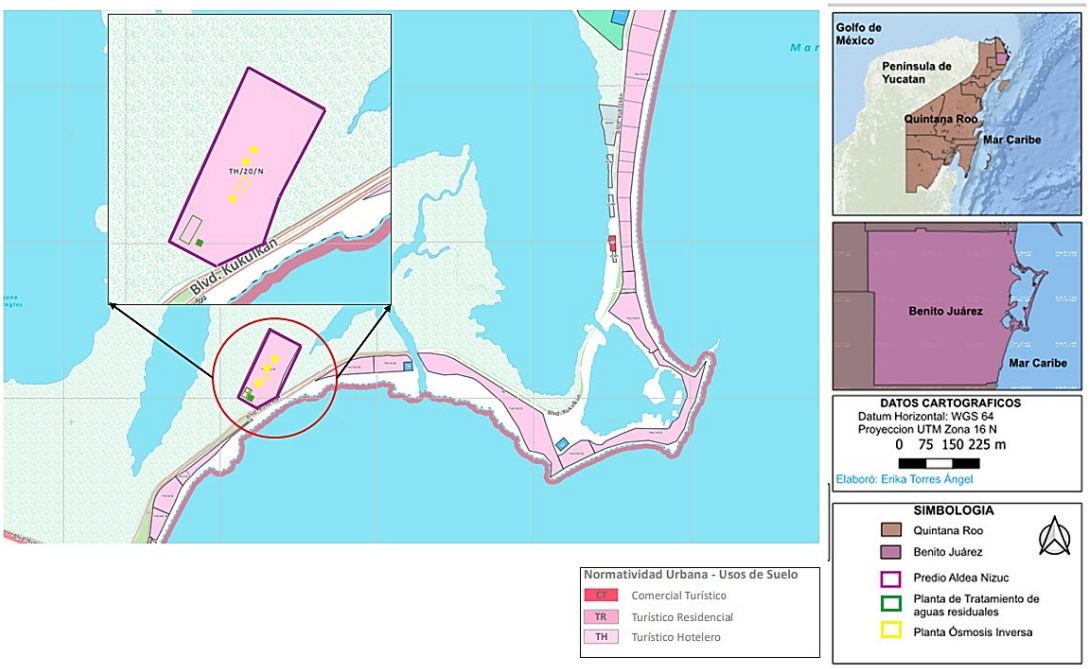


Figura III.2-3. Ubicación de los polígonos destinados a la instalación y operación de la POI y la PTAR en los usos de suelo aplicables al PDUCPC 2022

En el marco del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún (PDUCPC), cada uno de los 22 Distritos se establece la intención de fomentar la provisión autónoma y eficiente de servicios básicos en los desarrollos urbanos, a fin de reducir la dependencia de traslados largos hacia otras zonas de la ciudad, y promover la autosuficiencia técnica, ambiental y administrativa de los proyectos de nueva creación. Particularmente en el Distrito 8-B, el cual es definido como zona turística, lo que de acuerdo con manifestado en el programa de desarrollo urbano se caracteriza por contar *con los servicios turísticos hoteleros de la ciudad y los accesos a playas públicas, además de contar con actividades náuticas*.

Conforme a la tabla de compatibilidades del PDUCPC, los usos de suelo Turístico Habitacional (TU/20/N), que rigen el predio en el que se ubican los polígonos del presente proyecto, no contemplan de forma explícita la instalación de servicios urbanos como usos permitidos; sin embargo, es fundamental establecer que el presente proyecto no plantea un servicio urbano en sentido tradicional, sino la instalación y operación de dos infraestructuras técnicas especializadas: una Planta de Ósmosis Inversa (POI) y una Planta de Tratamiento

de Aguas Residuales (PTAR), cuyo propósito exclusivo es dar servicio interno al desarrollo inmobiliario "Aldea Nizuc", anteriormente autorizado bajo el nombre "Puerto Nizuc".

Cabe destacar que *la POI no se encuentra señalada en la tabla de compatibilidades del uso de suelo*, lo que permite *interpretar su instalación como un equipamiento técnico no previsto pero no prohibido*, mientras que la PTAR sí figura dentro de los servicios urbanos alistados. No obstante, en este caso la PTAR no se propone como una infraestructura municipal, sino como una planta privada de escala controlada, destinada al tratamiento local de las aguas residuales generadas por el propio desarrollo, sin conexión a redes públicas.

La PTAR estará ubicada en un polígono al interior del Lote 3, Mza. 6, sobre el Blvd. Kukulcán, dentro del desarrollo autorizado "Aldea Nizuc", en donde la superficie destinada a su instalación está considerada en la modificación del proyecto otorgada mediante el oficio No. 04/SGA/1899/2021 a la promovente, donde se asigna una superficie de 857.49 m^2 para la planta y el pozo de absorción asociado. Asimismo, la POI ocupará un área de 344,95 m^2, destinada a la producción de agua potable mediante desalinización por ósmosis inversa.

Ambas infraestructuras contribuirán al objetivo de dotar de servicios sustentables al desarrollo, sin recurrir a la red pública, con lo que se reduce la presión sobre la infraestructura urbana existente. Particularmente, la PTAR operará bajo estándares ambientales estrictos, incluyendo el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-2021, y su descarga se realizará mediante un pozo de absorción construido de acuerdo con las condiciones geohidrológicas del sitio, conforme al estudio técnico presentado y en alineación con la Ley de Aguas Nacionales.

El modelo de gestión planteado fortalece la visión del Plan Maestro de Turismo Sustentable de Quintana Roo[2], que posiciona a Cancún como un destino turístico maduro, donde los nuevos desarrollos deben apostar por la diversificación, la eficiencia hídrica y la reinversión en infraestructura de bajo impacto ambiental.

En este sentido, tanto la POI como la PTAR funcionan como equipamientos estratégicos que permiten el cumplimiento de metas ambientales locales, particularmente aquellas establecidas en la Matriz de Indicadores de Desempeño Urbano del PDUCPC, donde se promueve el aumento en el aprovechamiento del agua y la generación de un equilibrio hídrico positivo, con miras a consolidar ciudades resilientes, sustentables y circulares; así, la instalación de la PTAR contribuye directamente a la autosuficiencia hídrica del desarrollo, al permitir el tratamiento y eventual reúso del agua residual, disminuyendo la extracción de fuentes naturales. Esta lógica cumple y refuerza los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el:

- ODS 6: Agua limpia y saneamiento, al garantizar el tratamiento adecuado y eficiente de las aguas residuales;
- ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles, al fortalecer la infraestructura local, reducir la carga sobre servicios municipales y mejorar la resiliencia urbana del entorno inmediato.

[2]Https://sedeturqroo.gob.mx/pmts2030/plan_maestro.html#:~:text=El%20Plan%20Maestro%3A,del%20Desarrollo%20Sostenible%20de%20ONU.

Por lo anterior, se concluye que **la instalación de la POI y la PTAR no contraviene los usos de suelo establecidos**, sino que se enmarca dentro de los principios de gestión ambiental y urbana sustentable ya que se trata de un proyecto que **respeta el marco normativo, fortalece la infraestructura interna del desarrollo**, y se ejecutará con apego estricto a la normatividad ambiental aplicable, por lo que se considera plenamente **viable técnica, jurídica y ambientalmente**.

III.3 Programa Decretos y programas de áreas naturales protegidas de carácter federal, estatal y municipal

La LGEEPA define a las áreas naturales protegidas (ANP) como aquellas *"zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas*". Las declaratorias de esta clasificación de ecosistemas (áreas) se hacen con la finalidad de mantener la biodiversidad, preservar las condiciones de los componentes ambientales de los ecosistemas para mantener el equilibrio y continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos en las áreas identificas con relevancia ecológica. Estas declaratorias, además, también persiguen parar los procesos de deterioro de los ecosistemas, como la pérdida de biodiversidad, procesos erosivos y degradación del suelo, garantizar la recarga del manto freático, entre otros, en beneficio del medio ambiente y, al mismo tiempo, de las comunidades asentadas dentro del áreas y áreas aledañas, a través de su aprovechamiento sustentable.

Existen ANP de competencia federal, estatal y municipal, cada una declarada en el marco de sus atribuciones y alcances. A nivel federal estas se clasifican en reservas de la biósfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna y santuarios. A partir del 2008, se tienen las áreas destinadas voluntariamente a la conservación, estos predios se consideran áreas productivas dedicadas a una función de interés público y son administradas por el solicitante, el cual puede ser toda una comunidad, una organización social, persona moral o física.

Dependiendo del tipo de ANP va a ser su zonificación y la definición de sus criterios, mismos que quedan claramente descritos en sus programas de manejo.

A nivel estatal están los parques y reservas estatales, así como otras categorías definidas particularmente. A nivel municipal se tiene las zonas de conservación ecológica, y otras denominaciones específicas.

III.3.1 Áreas naturales protegidas federales

Al mes de noviembre del 2017, a nivel nacional la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra 182 ANP de carácter federal, lo que implica una superficie total de 90'838,011.17 ha, de las cuales 21'379,397.95 ha se encuentran en zona terrestre y el resto en área marina, divididas en nueves regiones a nivel nacional. El estado de Quintana Roo se

ubica en la región denominada "Península de Yucatán y Caribe Mexicano", región que cuenta con 25 ANP, representando el 9.43% de la superficie nacional protegida. En esta se ubican nueve regiones de la biósfera, 8 parques nacionales, seis áreas de protección de flora y fauna y dos santuarios. Entra las ANP de esta región se tienen: Parque Nacional Arrecife Alacranes, Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, Parque Nacional Tulum, Reserva de la Biósfera Calakmul, Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano, entre otras. En el estado de Quintana Roo se tienen 17 ANP, sumando 6'951,580.64 ha de manera independiente, de las cuales 567,879.06 ha se encuentran en zona terrestres y 6,383,701.58 ha en zona marina (Tabla III.3-1). Además de estas 17, comparte una ANP con los estados de Yucatán y Campeche, la cual abarca 128,390.16 ha, toda en zona terrestre. De las 17 ANP del estado, seis están clasificadas como parques nacionales, cinco reservas de la biósfera, igual número de áreas de protección de flora y fauna y un santuario.

Tabla III.3-1.Listado de áreas naturales protegidas federales ubicadas en el estado de Quintana Roo, más la que comparte con los estados de Campeche y Yucatán.

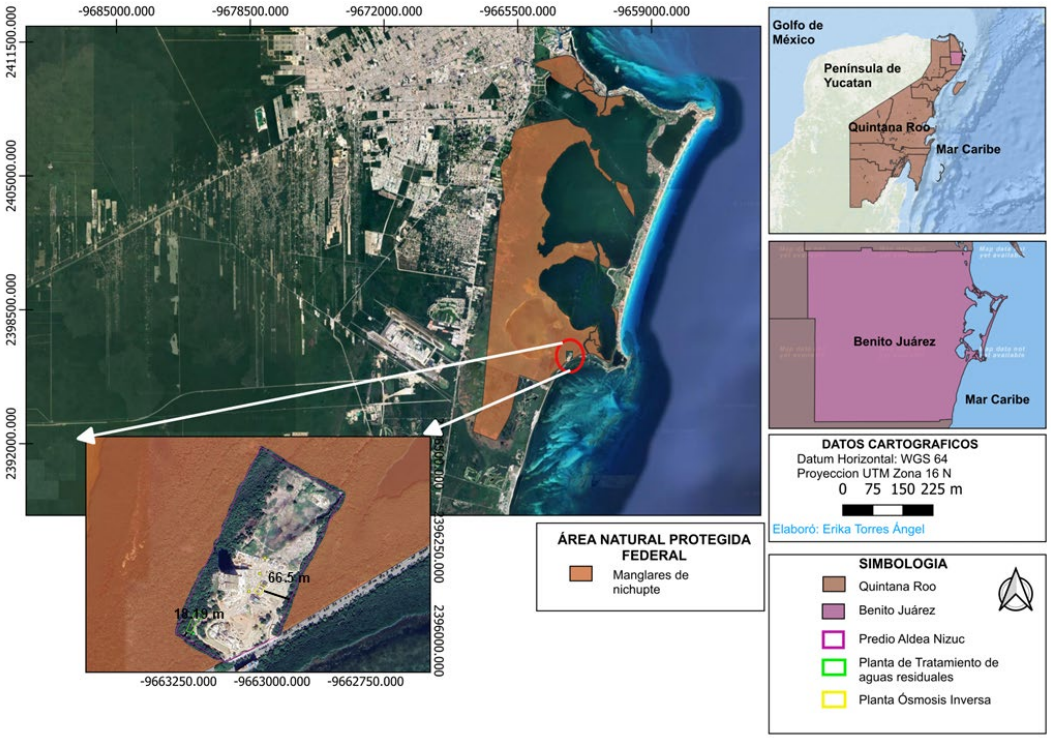
Nombre	Categoría	Superficie (ha)			Fecha de decreto
		Total	Terrestre	Marina	
Bala'an K'aax§	Área de Protección de Flora y Fauna	128,390.16	128,390.16	0.00	03/05/05
La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel	Área de Protección de Flora y Fauna	37,829.17	5,733.21	32,095.96	25/09/12
Manglares de Nichupté	Área de Protección de Flora y Fauna	4,257.50	4,257.50	0.00	26/02/08
Otoch Ma'ax Yetel Kooh	Área de Protección de Flora y Fauna	5,367.42	5,367.42	0.00	05/06/02
Uaymil	Área de Protección de Flora y Fauna	89,118.15	89,118.15	0.00	17/11/94
Yum Balam	Área de Protección de Flora y Fauna	154,052.25	52,307.62	101,744.63	06/06/94
Arrecife de Puerto Morelos	Parque Nacional	9,066.63	37.74	9,028.89	02/02/98
Arrecifes de Cozumel	Parque Nacional	11,987.88	82.28	11,905.60	19/07/96
Arrecifes de Xcalak	Parque Nacional	17,949.46	4,521.84	13,427.62	27/11/00
Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc	Parque Nacional	8,673.06	0.61	8,672.45	19/07/96
Isla Contoy	Parque Nacional	5,126.26	230.00	4,896.26	02/02/98
Tulum	Parque Nacional	664.32	664.32	0.00	23/04/81
Arrecifes de Sian Ka'an	Reserva de la Biosfera	34,927.16	1,361.00	33,566.16	02/02/98
Banco Chinchorro	Reserva de la Biosfera	144,360.00	585.79	143,774.21	19/07/96
Caribe Mexicano	Reserva de la Biosfera	5,754,055.36	28,589.50	5,725,465.87	07/12/16

Nombre	Categoría	Superficie (ha)			Fecha de decreto
		Total	Terrestre	Marina	
Sian Ka'an	Reserva de la Biosfera	528,147.67	375,011.87	153,135.80	20/01/86
Tiburón Ballena	Reserva de la Biosfera	145,988.14	0.00	145,988.14	05/06/09
Playa de la Isla Contoy	Santuario	10.21	10.21	0.00	29/10/86
Jaguar	Área de Protección de Flora y Fauna	2249.71	2249.71	0.00	27/07/2022
Jacinto Pat	Área de Protección de Flora y Fauna	16.65	16.65	0.00	15/08/2023
Cenote Aerolito	Área de Protección de Flora y Fauna	10.20	10.20	0.00	15/08/2023
Playa Delfines	Área de Protección de Flora y Fauna	4.88	4.88	0.00	15/08/2023
San Buenaventura	Área de Protección de Flora y Fauna	37.91	37.91	0.00	15/08/2023
	Total	8'436,908.7	1'517,944.8	6'918,963.9	

§ Área natural protegida que comprende los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Con base en el análisis de localización geográfica y normativa, se determinan que los polígonos donde se pretenden desarrollar las POI y PTAR no se encuentran dentro ni se sobrepone a ninguna Área Natural Protegida (ANP) de carácter federal. No obstante, se identificó que la ANP federal más próxima corresponde al Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, la cual se localiza a una distancia aproximada de 18.19 metros del Polígono donde se pretende la instalación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR, y a una distancia aproximada de 66.5 m del polígono donde se propone la instalación y operación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI)), como se muestra en la Figura III.3-1.

Dado que los polígonos de intervención no se encuentran al interior ni colindantes con dicha ANP, no les resultan aplicables los lineamientos de regulación, control o restricción establecidos en su instrumento de gestión. Asimismo, cabe señalar, que dichos Polígonos están al interior del predio donde actualmente se desarrolla el proyecto "Aldea Nizuc" y el cual ya cuenta con autorización en materia de impacto ambiental emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); proyecto que demostró en su momento, la cercanía con dicha ANP; en este contexto, el proyecto dio cumplimiento a las condicionantes impuestas, así como a las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental requeridas por la autoridad competente.



Fuente: Imagen tomada del Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano.

Figura III.3-1 Ubicación de los polígonos en donde se pretende instalar las POI y PTAR al interior del predio del proyecto "Aldea Nizuc".

III.3.2 Áreas naturales protegidas Estatales

La conformación de las ANP estatales en el estado de Quintana Roo empezó en 1983 cuando se decretó como tal el Parque Natural de la Laguna de Chankanaab, con 14 ha de superficie total, ubicado en el municipio de Cozumel. Actualmente, existen 10 ANP estatales, tres de ellas clasificadas como parques estatales y las siete restantes como "zona sujeta a conservación ecológica" (Tabla III3.-2). En total representan 312,860.61 ha, donde la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Santuario del Manatí, Bahía de Chetumal", decretada como tal el 24 de octubre de 1996, es la de mayor superficie con 281,320 ha, seguido de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Selvas y Humedales de Cozumel con 19,846 ha.

Tabla III.3-2. Listado de áreas naturales protegidas de carácter Estatal en el estado de Quintana Roo[§].

Nombre	Categoría	Municipio	Fecha del decreto	Superficie (ha)
Laguna de Chankanaab	Parque natural	Cozumel	26/09/1983	13.647
Parque Kabah	Parque urbano	Benito Juárez	10/11/1995	41.4892
Bahía de Chetumal (Santuario del manatí)	Reserva estatal	Othón P. Blanco	24/10/1986	277733.669
Xcacel - Xcacelito	Zona sujeta a conservación ecológica	Tulum	21/02/1998	362.1
Laguna Manatí	Zona sujeta a conservación ecológica, Refugio estatal de flora y fauna	Benito Juárez	09/08/1999	202.99

Laguna Colombia	Parque ecológico estatal	Cozumel	15/07/1996	1130.643899
Sistema Lagunar Chichankanab	Reserva estatal	José Ma. Morelos	01/04/2011	11609.732
Parque Laguna de Bacalar	Parque ecológico estatal	Bacalar	01/04/2011	5.367
Sistema Lagunar Chacmochuch	Zona sujeta a conservación ecológica	Isla Mujeres y Benito Juárez	09/08/1999	1914.52
Selvas y Humedales de Cozumel	Reserva estatal	Cozumel	01/04/2011	19846.45
Total				**312,860.61**

§ Fuente: Tomada de CONACyT, en: https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/anpl/quintana-roo

Al igual que con las ANP de carácter federal, que los polígonos donde se pretenden desarrollar las POI y PTAR, que se encuentran al interior del predio donde se construye el proyecto "Aldea Nizuc", NO se inserta dentro de alguna ANP estatal. El ANP más cercana a los polígonos es el Parque Urbano "Parque Kabah", ubicados aproximadamente a 12.37 km, (Figura III.3-2), motivo por el cual no le son aplicables los lineamientos de control que le fueron establecidos.

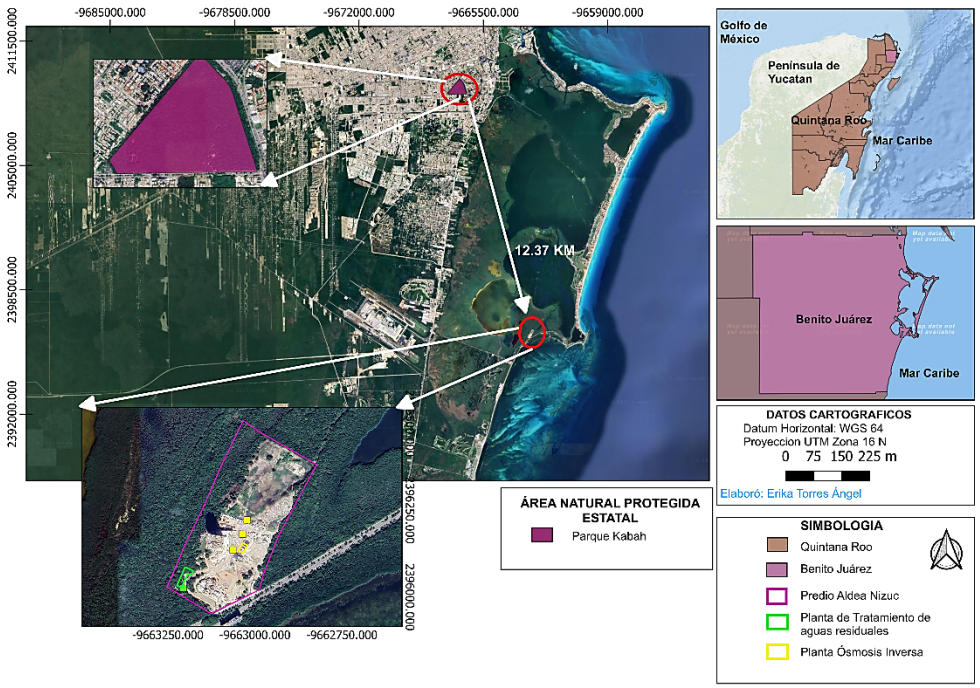


Figura III.3-2.Ubicación de los polígonos donde se pretende la instalación y operación de la POI y la PTAR con respecto al ANP carácter estatal más cercana.

III.3.3 Áreas naturales protegidas municipales

De los municipios del estado de Quintana Roo solo el de Benito Juárez cuenta con área natural protegida de carácter municipal. Fue en la sesión extraordinaria del H. Ayuntamiento del 22 de octubre de 2012 que se aprobó la creación de la Zona de Preservación Ecológica Municipal denominada "Reserva Ecológica Ombligo Verde", ubicada en los lotes 1 y 2 de la Mza. 1, SM. 34, Av. Kabah, en Cancún, comprendiendo una superficie total igual a 4.064 ha.

Sin embargo, dicha área se encuentra a 15.6 km de distancia de los polígonos donde se pretenden desarrollar las POI y PTAR, en línea recta (Figura III.3-3).

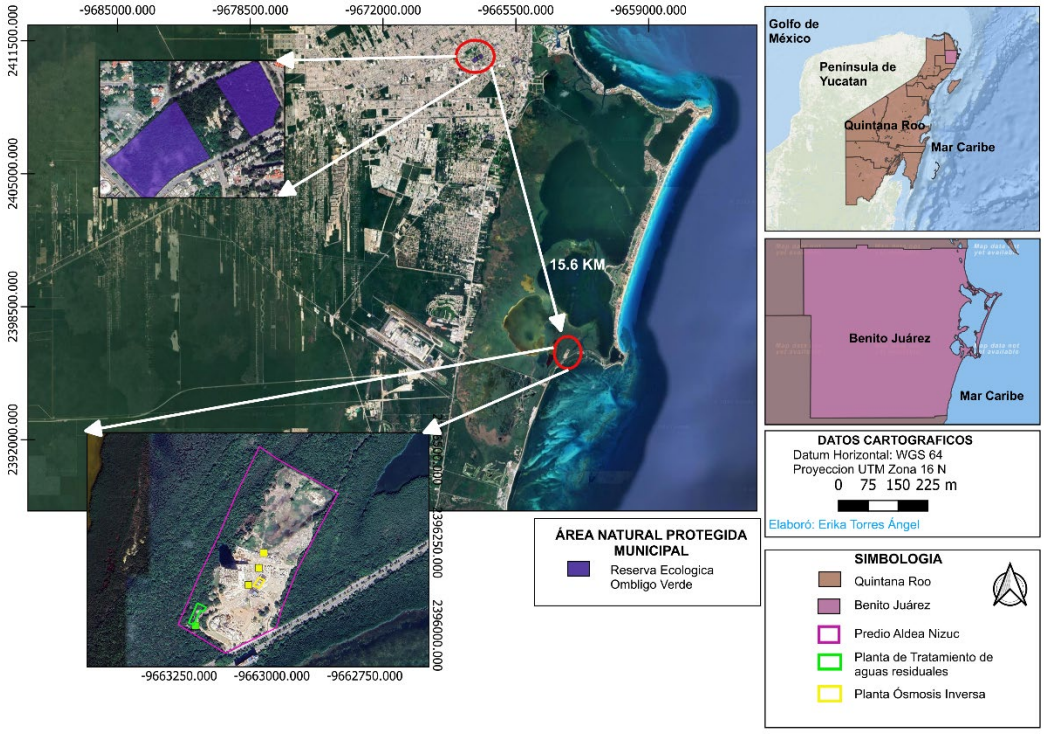


Figura III.3-3.Ubicación de los polígonos donde se pretende la instalación y operación de la POI y la PTAR con respecto al ANP de carácter municipal más cercana

III.4 Normas oficiales mexicanas

Este marco jurídico está sustentado en la Ley Federal de Meteorología y Normalización, la cual es de orden público y rige a nivel nacional. Y, de acuerdo con esta Ley, en su artículo 3, fracción XI, las normas oficiales mexicanas implican "la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, …, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, …".

Respecto al tema ambiental, la Ley indica que las normas oficiales mexicanas (NOM) deben tener la finalidad de indicar las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales. Por lo que, con esta finalidad, SEMARNAT ha emitido una serie de NOM comprendiendo diferentes aspectos ambientales, como la calidad del agua, calidad de las descargas de aguas residuales, calidad del aire, generación de ruido, emisión de contaminantes por fuentes móviles y fijas a la atmósfera, clasificación de residuos, protección de la flora y fauna silvestre, entre otras.

La observancia y aplicación de las NOM depende de las obras, actividades, metodologías a emplearse durante el desarrollo de los proyectos y de características ambientales del área

donde se desarrollará. Considerando la naturaleza del proyecto que nos ocupa, el cual pretende la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa, no existe una Norma Oficial Mexicana especifica que regule su operación ambiental, por lo que se exponen la siguientes en la Tabla III.3-3.

Tabla III.3-3.Listado de normas oficiales mexicanas a aplicar durante el desarrollo del proyecto.

Norma de referencia	Observación
NOM-001-SEMARNAT-1996, *Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales*.	SE CUMPLE: *La planta de ósmosis* planificada tendrá La descarga del flujo de rechazo con un caudal estimado de 20,19 L/s, con una concentración elevada de sales disueltas (aprox. 5.000 mg/L), pero sin presencia de contaminantes orgánicos, grasas o sólidos suspendidos. *La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales* respecto a la descarga del efluente tratado tendrá un caudal proyectado es de 12.84 L/s, con una calidad del agua industrial que cumple con los límites máximos permisibles para descargas en bienes nacionales según la NOM-001-SEMARNAT-1996, incluyendo DBO5, SST, grasas, aceites y coliformes fecales.
NOM-003-SEMARNAT-1997, *Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.*	SE CUMPLE: El efluente tratado de la *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales* cumple con los parámetros de calidad exigidos por la NOM-003-SEMARNAT-1997, con valores esperados de SDT ≤ 400 mg/L, DBO ≤ 20 mg/L, y pH entre 7.5 y 8.0. Respecto la Planta de Ósmosis inversa, esta normativa no aplica.
NOM-041-SEMARNAT-2006, *Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.*	SE CUMPLE: Para el traslado del equipo y la instalación de las Plantas POI y PTAR se utilizarán vehículos y maquinaria de manera temporal. Estos equipos emitirán gases de combustión de forma intermitente, pero se espera que no superen los límites permisibles de emisiones contaminantes. Se considera el uso de maquinaria y equipo en buen estado para minimizar el impacto ambiental.
NOM-004-SEMARNAT-2002, *Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en lodos y biosólidos para su aprovechamiento o disposición final*.	SE CUMPLE: La *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales* contará con dos estabilizadores de lodos, cada uno con un volumen útil de 150.19 m^3; su función principal será espesar y estabilizar el lodo excedente en condiciones aeróbicas; además se dispondrá de dos unidades de reserva para lodos, con una capacidad de 280.53 m^3 cada una, destinadas al almacenamiento temporal previo al proceso de deshidratación, contando con un digestor aeróbico cuya función será reducir la carga orgánica residual de los lodos, disminuyendo así los olores y facilitando su manejo.
NOM-081-SEMARNAT-1994, *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.*	SE CUMPLE: La instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) no constituyen una fuente fija. Para el transporte de equipos y el proceso de instalación se emplearán vehículos y maquinaria, que generarán ruidos temporales e intermitentes debido a las maniobras. Durante la operación de las plantas, no se excederán los límites permisibles de emisiones de ruido, establecidos en 68 dB.
NOM-003-CNA-1996, *Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos*.	SE CUMPLE: La construcción de los pozos se llevará a cabo conforme a las especificaciones de la norma vigente. Una vez finalizado los pozos de captación, se dejará reposar durante 24 horas antes de tomar muestras de agua para realizar un análisis fisicoquímico cada 5 metros. Tras completar estos análisis, se procederá a efectuar el registro eléctrico para detectar la conductividad de los pozos. Las muestras de roca, recolectadas cada metro perforado, se entregarán a la Comisión Nacional del Agua para su valoración y dictamen. Posteriormente, se introducirá la barrena hasta el fondo de

	cada uno de los pozos para proceder con la desinfección mediante cloro y el sifoneo, conforme lo estipula la normativa. Este mismo proceso se aplicará a los pozos de rechazo de 40 metros de profundidad y el pozo de absorción.
NOM-004-CNA-1996. *Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.*	SE CUMPLE: Los pozos estarán equipados con medidores y se realizarán monitoreos de la calidad del agua para asegurar el cumplimiento de la normativa vigente. Estos datos serán reportados a la CONAGUA.
NOM-127-SSA1-2021, *Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.*	SE CUMPLE: La Planta de Ósmosis Inversa (POI) ya que las pruebas incluirán la validación del rechazo de sales en la POI (≤500 ppm de SDT), además de no presentar características bacteriológicas y/o características físicas arriba de los límites permisibles.

CONCLUSIÓN

El proyecto denominado **"Planta de Ósmosis Inversa y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Aldea Nizuc"** se encuentra debidamente alineado con el marco jurídico ambiental vigente a nivel federal, estatal y municipal. Su diseño, ubicación, alcances y componentes técnicos han sido evaluados en relación con los ordenamientos aplicables, concluyéndose que no contraviene las disposiciones legales, reglamentarias ni normativas en materia ambiental, de gestión hídrica, ordenamiento ecológico y urbano.

La instalación de ambas plantas se realizará al interior del predio denominado "Aldea Nizuc", ubicado en el Lote 3, Manzana 61, Boulevard Kukulcán, Cancún, Quintana Roo, dentro de polígonos previamente destinados para infraestructura técnica. Dicho predio cuenta con autorización en materia de impacto ambiental vigente, otorgada por SEMARNAT mediante los oficios 04/SGA/1074/06 y 04/SGA/1899/2021, en los cuales se contemplan áreas comunes y zonas de servicios para albergar equipamiento como el propuesto.

Aun cuando el uso de suelo Turístico Habitacional (TU/20/N), asignado al sitio conforme al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, no contempla de manera expresa los servicios urbanos como uso permitido , se ha demostrado que la infraestructura propuesta no constituye un servicio urbano de escala municipal , sino un equipamiento técnico privado de menor escala, que tiene como única finalidad satisfacer las necesidades del propio desarrollo Aldea Nizuc, mediante el abastecimiento de agua tratada y la gestión autónoma de aguas residuales.

Asimismo, se ha expuesto que el proyecto se ajusta plenamente a los criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ) , cumple con las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de impacto ambiental, así como con los lineamientos establecidos en la Ley de Aguas Nacionales , la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos , la Ley General de Vida Silvestre y demás instrumentos. sectoriales y técnicos vigentes.

Finalmente, es importante subrayar que el proyecto contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente al ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y al ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), al promover una gestión

eficiente del recurso hídrico y apoyar el desarrollo de infraestructura básica dentro de un esquema de autosuficiencia, sustentabilidad y resiliencia urbana.

Por tanto, con base en lo anteriormente expuesto, se concluye que el proyecto es legal y ambientalmente viable, y cumple con las disposiciones, criterios técnicos y normativos del marco jurídico ambiental aplicables.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA.

El presente proyecto, que contempla la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa (POI) y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), se desarrollará al interior del desarrollo inmobiliario denominado "Aldea Nizuc", ubicado en el Lote 3, Manzana 61, sobre el Boulevard Kukulcán, en la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

El sistema ambiental local se caracteriza por condiciones geohidrológicas de tipo kárstico, con presencia de acuíferos cársticos y flujo subterrráneo libre, en un entorno urbano consolidado en proceso de crecimiento regulado. Según el estudio de caracterización geohidrológica aportado, no se encuentran cuerpos de agua superficiales, manglares u otros ecosistemas sensibles en el área inmediata de influencia del proyecto, lo que reduce de manera significativa la posibilidad de impactos directos a elementos ambientales vulnerables. Lo anterior será explicado a detalle a continuación.

IV.1 Caracterización y Análisis ambiental del espacio de actuación.

Área de estudio.

Los componentes del proyecto se ubican en dos polígonos previamente destinados como áreas comunes o de infraestructura técnica (servicios) al interior del desarrollo inmobiliario denominado "Aldea Nizuc", ubicado en el Lote 3, Manzana 61, sobre el Boulevard Kukulcán, en la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Dicho predio forma parte del conjunto previamente autorizado denominado "Puerto Nizuc" mediante el resolutivo de autorización condicionada en materia de impacto ambiental No. 04/SGA/1074/06 y sus modificaciones aprobadas mediante los oficios No. 04/SGA/1899/2021 y 04/SGA/1691/2025, otorgados por la SEMARNAT. Es decir, se trata de zonas en las que ya se ha previsto, regulado y autorizado la instalación de infraestructura auxiliar para el funcionamiento del conjunto inmobiliario. En consecuencia, no se contempla el desmonte, remoción de vegetación ni afectación directa sobre ecosistemas nativos, dado que el terreno ya ha sido intervenido conforme al marco normativo aplicable y cuenta con los permisos respectivos.

La superficie destinada para la POI es de aproximadamente 344.95 m^2, mientras que la PTAR ocupará una superficie de 857.49 m^2. Ambas instalaciones están diseñadas para funcionar como infraestructura técnica interna del desarrollo, permitiendo el autoabastecimiento de agua potable mediante desalinización de agua salobre y el tratamiento de las aguas residuales generadas dentro del conjunto habitacional.

La vida útil de esta infraestructura se estima en 99 años, como se mencionó anteriormente

IV.2 Aspectos abióticos regionales

Aspectos abióticos

Las características ambientales de una zona se conforman por la integración de los distintos elementos del medio físico, así como del medio biológico. En los siguientes apartados de este capítulo se presenta la descripción relativa al medio físico, descripción que para fines de este

documento corresponderán a: tipo de clima, temperatura, precipitación, intemperismos severos, vientos, geomorfología, edafología, relieve, hidrología, así como fisiografía.

IV.2.1 Clima

El predio del proyecto en comento se ubica en una región en la que le corresponden los siguientes atributos climáticos: el clima es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, pero presentándose mayores abundancias en verano. De acuerdo con la clasificación climática de Köepen, modificada por García (2004), la fórmula climática corresponde a $Aw_o(x')i$ (Figura IV.2-1).

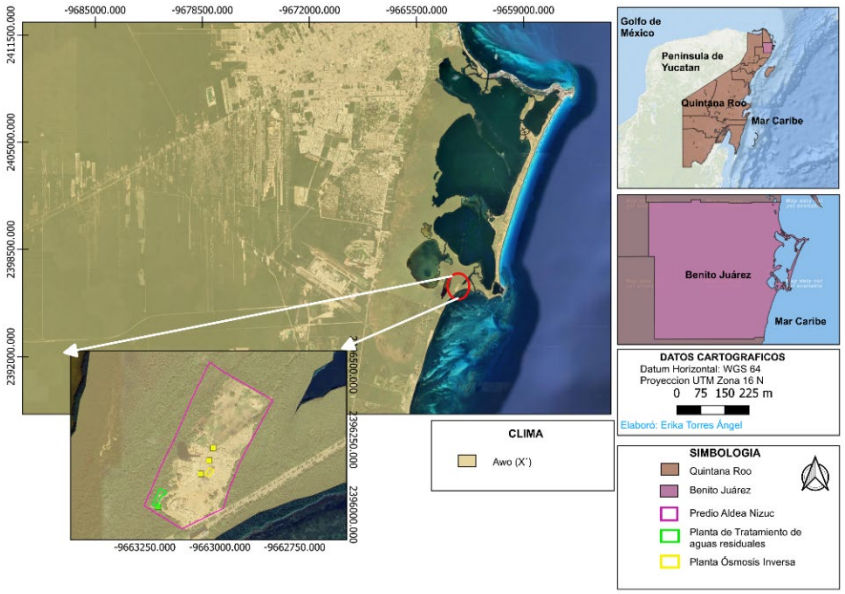


Figura IV.2-1 Clima presente en la zona de estudio donde se ubica el proyecto en comento

El tipo de clima que se encuentra en la zona del proyecto es **Aw0 (x´)**, el clima correspondiente al subtipo Aw0, se distingue por ser el más seco (o menos húmedo) de los climas cálidos-subhúmedos con lluvias en verano.

- Temperatura.

La temperatura media anual varía entre 24.5 y 27°C, mientras que la temperatura media del mes más frío en ningún caso desciende más allá de los 20.5°C. En relación con la precipitación, se aprecia una amplia variación entre 838 y 1,128 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor de 10.2 pero siempre mayor de 6. Por lo regular el mes más lluvioso es septiembre cuyo monto es consistentemente 10 veces mayor que el del mes más seco. La escasa oscilación térmica sugiere que la marcha de la temperatura sea de tipo “Ganges” (Negrete, 1988).

- Precipitación.

La precipitación anual en este subtipo climático indica que la época de lluvias regulares se inicia en mayo, mes a partir del cual el temporal se estabiliza. Sin embargo, en localidades cercanas

a la costa ello no ocurre sino hasta junio. Conforme se avanza tierra adentro, el subtipo Aw0 adquiere la expresión típica de los climas subhúmedos con lluvias en verano. Este subtipo climático se caracteriza también por la eventual ocurrencia del fenómeno canicular (sequía de medio verano), durante un breve periodo entre los meses de julio y agosto, aun cuando no se pueden precisar las razones de su ausencia en unas localidades y su presencia en otras, así como sus diferentes grados de intensidad dentro de una misma área territorial en la que las localidades consideradas muestran el mismo subtipo climático.
El resultado del análisis de la base de datos de la estación meteorológica 23155 Cancún, ubicada en la ciudad de Cancún, arroja una clasificación climática del tipo: $Aw_1(x')\ i' \rightarrow$ Cálido subhúmedo con régimen de lluvia intermedio entre verano e invierno, con porcentaje de lluvia invernal superior al 18%. Subhúmedo con lluvias en verano y humedad intermedia entre un w_2 y w_0. Con poca oscilación de la temperatura (entre 5° y 7°C).

IV.2.2 Humedad relativa

Las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es igual a 47.8, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente. El balance de escurrimientos medio anuales de 0-20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 800 a 1,100 mm anuales.

IV.2.3 Depresiones y tormentas tropicales

- Vientos

Entre febrero y julio, los vientos predominantes son los alisios, que soplan desde el sureste a una velocidad promedio de 10 km/h, llegando a alcanzar hasta 30 km/h durante perturbaciones tropicales (López-Rivas, 1994). Durante los meses de invierno, especialmente de noviembre a marzo, se experimentan vientos del norte. Estos vientos pueden alcanzar rachas de entre 80 y 90 km/h, lo que ocasiona lluvias intensas, fuertes oleajes y marejadas. Se ha identificado que los "Nortes" son uno de los factores principales que contribuyen al proceso de erosión de las playas en el estado.

- Nortes.

Estos son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del océano Atlántico, así como del continente, y que llegan a alcanzar velocidades de vientos hasta de 100 km h^{-1}. Provocan grandes descargas de agua acompañadas, lo que provoca un descenso de la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero y, eventualmente, hasta marzo.

Independientemente de que se trate de algún huracán, tormenta tropical o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las costas de Quintana Roo. La fuerza del embate ocasiona muertes en la flora y fauna del litoral. Estas pérdidas, además, se presentan en extensiones considerables. Las comunidades vegetales costeras, en particular la duna y el manglar sufren rupturas, desgajamiento y “quemaduras” por sal marina, de tal forma que se modifica temporalmente el paisaje.

IV.2.4 Intemperismos severos

El estado de Quintana Roo se encuentra en una región con gran incidencia de ciclones tropicales, en sí la península de Yucatán en su totalidad, lo cual se complica por las características orográficas de la porción continental, en la que su planicie no representa un gran obstáculo para el avance de los eventos ciclónicos. Normalmente cuando éstos se presentan, provenientes de la zona del Atlántico sur (Figura IV.2-2), al atravesar la parte terrestre de la península sufren una disminución en la intensidad de la velocidad de los vientos, mismo que pueden volver a reactivarse al cruzar y llegar a la zona del Golfo de México.



Fuente: Imagen obtenida de la página web https://www.cyclocane.com/es/.

Figura IV.2-2. Surgimiento y trayectoria de los ciclones tropicales que llegan a impactar la península de Yucatán, incluyendo el estado de Quintana Roo.

- Huracanes.

Históricamente, la península de Yucatán, incluyendo al estado de Quintana Roo, ha sido fuertemente golpeada por huracanes, causando grandes devastaciones agropecuarias, destrucción de infraestructura pública y privada, afectaciones ambientales y, lo más lamentable, pérdidas humanas.

Específicamente, esta región es la más afectada por huracanes en la República Mexicana. El 46% de los huracanes que impactaron las costas mexicanas en un lapso de 50 años pasaron por Quintana Roo. En los últimos 22 años, un total de 33 huracanes han impactado las costas del estado, concentrándose principalmente en la zona norte y centro.

Entre los fenómenos hidrometeorológicos que mayor impacto han ocasionado en la región están los huracanes Opal, Gilberto, Iván, Emily y Wilma.



La temporada de estos fenómenos atmosféricos se extiende desde junio hasta noviembre, siendo septiembre el mes más crítico. Los huracanes, que representan el fenómeno más catastrófico, se originan a partir de tormentas tropicales y afectan las costas de Quintana Roo desde dos direcciones: una en el Mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad; y la otra en el Atlántico oriental, que, después de atravesar América Central y las Antillas Menores, gira hacia el norte para dirigirse hacia las costas de Florida.

El efecto que los ciclones tropicales han tenido en el municipio se manifiesta más claramente en su zona costera, donde se puede observar la erosión de la playa ocasionada por el rompimiento del oleaje durante los ciclones (SEDATU, 2016), así mismo, Los huracanes suelen derribar numerosos árboles y arbustos, generando cientos de toneladas de material vegetal altamente inflamable, lo que puede provocar incendios de gran magnitud durante la temporada seca. En áreas urbanas y centros poblados, estos fenómenos ocasionan daños económicos significativos.

IV.2.5 Inundaciones

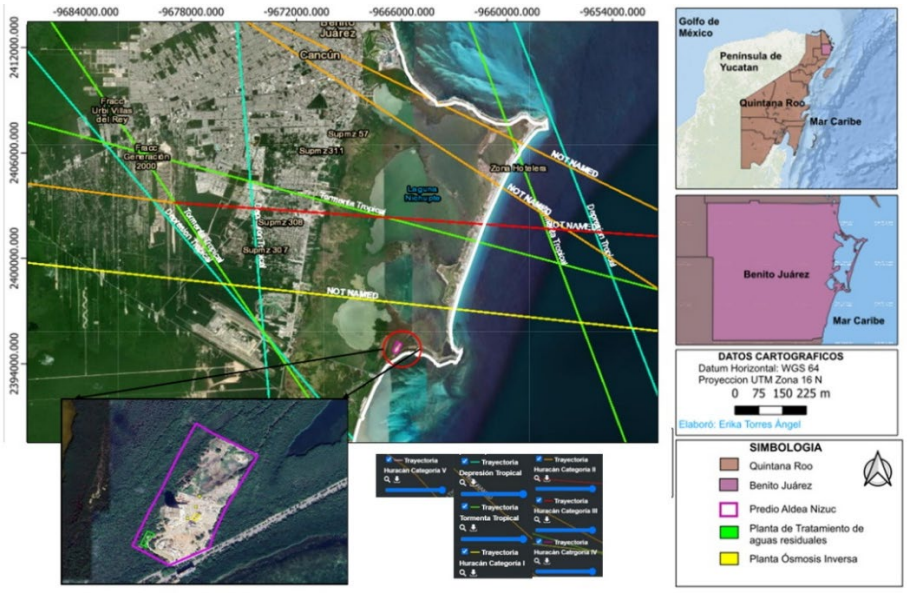
Las altas precipitaciones que normalmente se presentan en el estado de Quintana Roo, aunado al relieve plano de toda la Península, incluyendo el Estado, y la superficialidad de la roca madre, convierten a la región susceptible a inundaciones que afectan no solo las áreas urbanas, sino también áreas forestales y agropecuarias. Si bien, el material kárstico del subsuelo facilita la filtración del agua acumulada de las altas precipitaciones, esto reduce las afectaciones que ello ocasionan, pero no las impiden.

Debido a la devastación que este tipo de fenómenos ocasionaba a las poblaciones fue que se empezaron a tomar medidas de protección, enfocándose en las zonas litorales. Entre las medidas efectuadas por el gobierno federal, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, fue la elaboración de los atlas de riesgo, en los que, entre otros objetivos, se definieron las estrategias para reducir los riesgos de la población ocasionados por los efectos naturales.

La zona de costa y la urbana del municipio de Benito Juárez se encuentran expuestas a las inundaciones por marea y por lluvias abundantes. La zona turística es la que es más vulnerable a las inundaciones por mareas que se presentan por los fuertes vientos que acompañan a las tormentas y ciclones tropicales. De acuerdo con la SECTUR (2013), las áreas más vulnerables a este agente de disturbio fueron las playas de la región de Puerto Juárez, Chacmool, al sur de la Laguna Nichupté y al sur del campo de golf Augusto Velásquez. La vulnerabilidad del litoral del municipio está dada por el relieve de poca pendiente y poca elevación de las playas. Estas mismas características son las que hacen vulnerable al municipio a las inundaciones por lluvias extremas, las cuales se llegan a presentar durante las épocas de lluvias. En este caso, el municipio de Benito Juárez tiene dos zonas clasificadas muy altamente susceptibles a inundaciones, una al norte de Puerto Juárez y otra por la zona del Aeropuerto, ambas fuera del área de influencia del proyecto (Pereira-Corona et al., 2016).

De acuerdo con la SEDESOL (S/F), el municipio de Benito Juárez presenta un peligro de inundación diferenciado de acuerdo con su cercanía a la línea de costa (Figura IV.2-3). Existe un peligro alto en la zona más cercana a costa y el noreste de Cancún, sitio de ubicación del

predio, en la parte central de la ciudad predomina un peligro medio y, hacia el oeste de la ciudad un peligro bajo. Este mapa se realizó considerando los registros históricos de la presencia de estos eventos en Cancún.



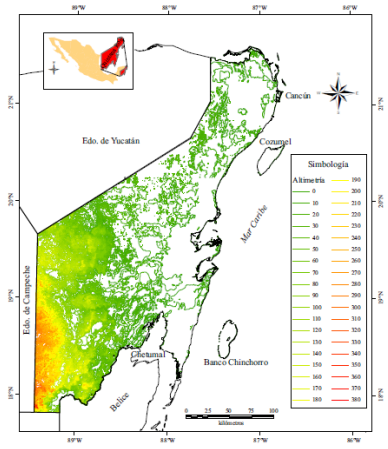
Fuente: SEDESOL (S/F), en: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/AtlasEstatales/?&NOM_ENT=Quintana%20Roo&CVE_ENT=23

Figura IV.2-3. Trayectoria de tormentas tropicales, representada por las líneas verdes, y huracanes, que inciden sobre el estado de Quintana Roo, en la península de Yucatán.

IV.2.6 Fisiografía

El área del proyecto se ubica dentro de la provincia fisiográfica “Península de Yucatán, y en subprovincia fisiográfica “62: Carso yucateco”. Ésta se conforma por la mayoría territorial de los estados de Yucatán y Quintana Roo, y solo una pequeña superficie de Campeche. Se ubica, parcial o totalmente, en los 11 municipios del Estado: Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas, Puerto Morelos, Benito Juárez, Solidaridad, Cozumel, Tulum, Felipe Carrillo Puerto, José Ma. Morelos, Bacalar y Othón P. Blanco.

Particularmente, el estado de Quintana Roo presenta una variación altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 380 msnm (Fragoso-Servón et al., 2014a) (Figura IV.2-4). La altitud va ascendiendo de este hacia el oeste y de norte a sur, siendo el extremo suroeste donde se presentan las mayores alturas, en la región donde se juntan los municipios de Othón P. Blanco y Bacalar con el municipio de Calakmul, Campeche. Sin embargo, la zona de mayor altitud del estado se ubica en una subprovincia fisiográfica diferente a la que donde se ubica el área del proyecto, es decir, en la subprovincia “63: Carso y lomeríos de Campeche”.



Fuente: Fragoso-Servón et al. (2014a).

Figura IV.2-4. Variación altitudinal en el estado de Quintana Roo.

El predio del proyecto se ubica dentro de un área de la subprovincia fisiográfica clasificada como playa o barra, con presencia de piso rocoso, de acuerdo con la información presentada por el INEGI en la carta fisiográfica Mérida (INEGI, 1987).

En concordancia con lo antes señalado, el área del proyecto fisiográficamente representa ser un área con poca pendiente, ubicada a nivel del mar (Figura IV.2-5). Las variaciones en altitud se presentan en distancias relativamente largas.

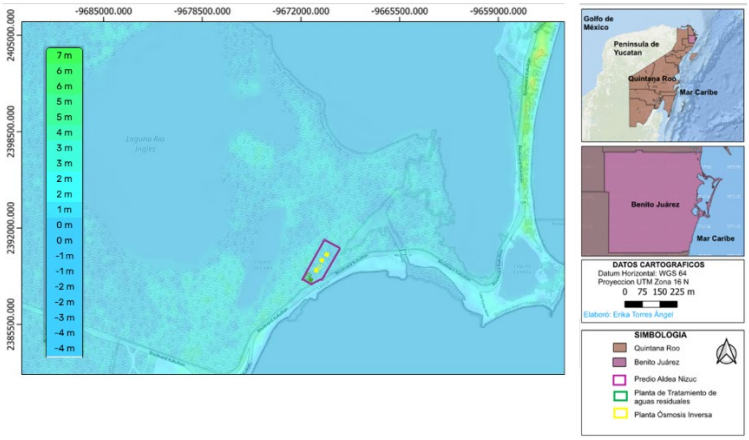


Figura IV.2-5. Variación altitudinal en los polígonos pretendidos del presente proyecto en Benito Juárez, Quintana Roo.

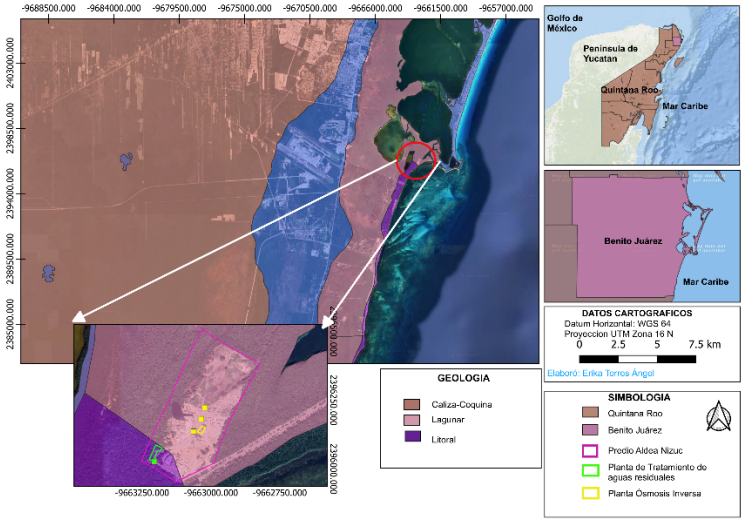
IV.2.7 Geomorfología

Con base a la carta geológica – minera Cancún F16-8GM, realizada por el Servicio Geológico Minero (2006), los polígonos donde se pretende la instalación y operación de la Planta de Ósmosis Inversa y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, ubicados al interior del proyecto “Aldea Nizuc, antes Puerto Nizuc”, está sobre un área que consiste principalmente de una secuencia de rocas carbonatadas, como el resto de la Plataforma de Yucatán, que abarcan desde el Cenozoico, periodo Terciario, del Miocénio (24 Ma) al Reciente. La unidad

más antigua expuesta en esta región es la Formación Carrillo Puerto (TmplCz-Cq), la cual se describe como una de secuencia de caliza y coquina de edad Mioceno – Plioceno, la cual viene desde la parte sur del estado de Quintana Roo.

No obstante, en la región donde se ubica el área de influencia del proyecto, la Formación Carrillo Puerto se encuentra cubierta por depósitos del cuaternario siendo una arenisca poco consolidada de fragmentos de gasterópodos, pelecípodos, ostras y calcita de edad Pleistoceno (Figura IV.2-6). Estos componentes son característicos de la costa del Mar Caribe, entre Cancún, Alfredo V. Bonfil e Islas Mujeres.

Las características geomorfológicas de la Península de Yucatán están determinadas principalmente por la naturaleza kárstica y permeable del sustrato subyacente. La acción erosiva del agua, tanto horizontal como verticalmente, sobre sustratos ricos en calcio crea conductos de distintos tamaños, por los que fluye el agua como ríos subterráneos. El colapso de la parte superior de un río subterráneo puede provocar la formación de dolinas, dando lugar a cavidades que llegan a la superficie. Este fenómeno suele ir acompañado del surgimiento de diversos tipos y tamaños de sistemas hidrológicos superficiales, incluidos los localmente conocidos "cenotes". Además, la erosión vertical que se produce en las cuevas adyacentes puede dar lugar a la formación de cuerpos de agua alargados conocidos como poljes.



Fuente: Servicio Geológico Mexicano (2006). En: http://www.sgm.gob.mx/cartas/Cartas_Ed.jsp

Figura IV.2-6. Geología en el predio del proyecto y área de influencia la ciudad de Cancún y Mpio. Benito Juárez, tomado como base la información del INEGI publicada en 1996, retomada por el Servicio Geológico Mexicano.

Las características geomorfológicas de la Península de Yucatán están determinadas principalmente por la naturaleza kárstica y permeable del sustrato subyacente. La acción erosiva del agua, tanto horizontal como verticalmente, sobre sustratos ricos en calcio crea conductos de distintos tamaños, por los que fluye el agua como ríos subterráneos. El colapso de la parte superior de un río subterráneo puede provocar la formación de dolinas, dando lugar a cavidades que llegan a la superficie. Este fenómeno suele ir acompañado del surgimiento de diversos tipos y tamaños de sistemas hidrológicos superficiales, incluidos los

localmente conocidos "cenotes". Además, la erosión vertical que se produce en las cuevas adyacentes puede dar lugar a la formación de cuerpos de agua alargados conocidos como poljes.

La zona potencialmente receptora de este impacto ambiental se caracterizó mediante técnicas geofísicas que nos permitieron analizar las propiedades resistivas de las rocas del subsuelo a través de líneas dipolo-dipolo y estudios electromagnéticos en el dominio del tiempo (TEM) a lo largo de trayectorias paralelas y perpendiculares a la costa. Esto permitió identificar flujos hidrológicos subterráneos en ambas direcciones.

Un estudio hidrogeológico emplea técnicas de la ingeniería geológica e hidráulica, la química del agua y la dinámica de fluidos, entre otras. La ciencia fundamental que subyace a nuestra comprensión del movimiento y la dirección del agua subterránea es la hidrogeología. Aplicando técnicas de prospección geológica e hidrogeológica, desarrollamos un modelo conceptual del funcionamiento hidrodinámico del acuífero. Un acuífero se define como una formación rocosa que contiene agua subterránea en sus poros y fracturas, permitiendo que el agua fluya a través de ella con relativa facilidad, haciéndola accesible para su extracción a través de pozos y manantiales.

Las operaciones de perforación exploratoria mediante barrenos intersectan diversas formaciones y estructuras geológicas que componen el acuífero, tanto en zonas de agua dulce como salada. Durante la perforación de pozos se recolectan muestras del detritus a cada metro de profundidad, lo que permite clasificar el material que forma el acuífero. Este análisis permite la creación de un perfil litológico y estratigráfico en relación al tiempo geológico. Una vez que se completa la perforación exploratoria, estos pozos se utilizan para medir el espesor de la lente de agua dulce y la profundidad de la interfaz salina, empleando sondas de exploración que miden las propiedades físicas y químicas del agua subterránea en intervalos de 20 cm, según sea necesario, hasta una profundidad. de toda la operación de perforación exploratoria.

En el sistema kárstico costero de Quintana Roo se presenta el fenómeno de la intrusión salina, donde el agua salobre invade el acuífero de agua dulce. La intrusión salina se basa en el principio de que el nivel piezométrico de las aguas subterráneas está regido por el nivel medio del mar, y se considera que el agua dulce, al fluir por el acuífero, ejerce una contrapresión contra el agua salobre. Este concepto también se basa en el hecho de que, debido a diferencias de densidad, el agua dulce "flota" sobre el agua salobre.

Objetivos

1. Definir las características principales del agua subterránea, incluyendo:
    - La estructura rocosa del subsuelo que contiene el agua subterránea
    - Los flujos subterráneos que alimentan el sistema lagunar
    - La dirección preferida del flujo del agua subterránea
    - El espesor y volumen de la lente de agua dulce explotable
    - La profundidad del interfaz salina o inicio de la lente de agua salobre
    - La variación del nivel freático influenciada por las fluctuaciones de las mareas
    - La caracterización de la hidrodinámica respecto de la ocurrencia y movimiento del agua subterránea

Métodos

Las técnicas de exploración del subsuelo utilizadas mediante prospección geológica, geofísica e hidrogeológica son las siguientes:

Prospección geológica: Se realizó mediante análisis de imágenes satelitales y travesías de verificación de campo, donde se ubicaron las principales estructuras previamente identificadas en imágenes remotas. Para la verificación en campo se utilizó un dispositivo GPS Garmin eTrex Vista C. La geología del subsuelo se definió mediante la recolección, descripción y análisis de muestras obtenidas durante la perforación de pozos exploratorios.

Prospección geofísica: Se realizaron sondeos eléctricos en el terreno utilizando técnicas de sondeos por transitorio electromagnético (TEM), empleando una antena (espira o bobina) de cuadro con una forma cuadrada de 10x10 metros y un área de 100 metros cuadrados. Esta disposición, conocida como "Loop coincidente", tenía una resistencia de 5 ohmios en el circuito. Con estas características se logró una intensidad de corriente de aproximadamente 6 amperios, suficiente para cumplir con los 30 metros de profundidad de investigación considerados. El tiempo de medición se fijó en 25-30 ventanas con la serie “High Resolution” del equipo Sirotem. Además, la Tomografía Eléctrica tiene como objetivo determinar la distribución real de la resistividad del subsuelo a lo largo de un perfil de exploración, basándose en valores de resistividad aparente obtenidos mediante mediciones convencionales de corriente continua. El perfil resistivo se generó utilizando una disposición de múltiples electrodos, sincronizada con el sistema ARES G4 (GF Instruments), que proporciona datos de resistividad del subsuelo. Estos datos se ajustan de acuerdo con los parámetros de campo establecidos, lo que permite la eliminación y repetición automática de datos que exceden las tolerancias permitidas. La potencia del transmisor del sistema ARES es de 300 W, con un receptor de alta sensibilidad. El dipolo utilizado en este estudio tenía una longitud de 5 metros y tenía 72 electrodos conectados simultáneamente. Los estudios cubrieron longitudes de exploración variables de 142 a 286 metros y una profundidad de investigación de aproximadamente 20 metros.

Medición de nivel piezométrico: esta actividad se realizó utilizando una sonda eléctrica Solinst, graduada para medir la profundidad del nivel freático desde un punto nivelado en relación con el nivel medio del mar. Una vez generados los datos, se procesaron utilizando el software SURFER versión 5 (Golden Software, Inc) para generar mapas de curvas de nivel, los cuales se interpretaron para determinar la dirección del flujo de agua subterránea en el área de estudio.

Perforación exploratoria: La exploración directa se llevó a cabo a profundidades de 15 a 55 metros, tomándose muestras de roca a intervalos de 1 metro y registrándose el tiempo de perforación. La perforación se realizó utilizando un Wagon Drill con compresor portátil y una broca de percusión neumática de 2 7/8 pulgadas de diámetro y 5 pulgadas de extensión. Después de perforar, se instaló una funda de PVC (edeme) de 4 pulgadas.

Perfiles de Calidad del Agua: Se tomaron registros de calidad del agua de los pozos de perforación exploratorios, determinando las características del agua subterránea. Para esta actividad se utilizó una sonda multiparamétrica (Hydrolab, modelo Quanta) para medir temperatura, conductividad eléctrica, potencial redox (Eh), oxígeno disuelto y sólidos

disueltos totales. Las mediciones se tomaron cada 20 cm desde el nivel freático hasta la profundidad total del pozo de perforación. Una vez generados los datos, cada parámetro se representó en función de la profundidad utilizando una hoja de cálculo convencional.

Resultados

En el contexto de la Península de Yucatán, caracterizada por su terreno plano y elevado, la "Plataforma Calcárea de Yucatán" es una región de gran interés geológico. La característica principal de esta plataforma es la presencia de arrecifes de coral, ubicados en la periferia y terrazas sumergidas relacionadas con antiguos litorales. El litoral presenta frecuentemente puntas rocosas parcialmente cubiertas por depósitos costeros. Paralelamente a la costa, se ha desarrollado una barrera de coral que delimita una vasta zona de laguna. En esta región no existe drenaje superficial, ya que toda el agua de lluvia que no se evapora en la superficie se infiltra a través de dolinas, fracturas y canales de disolución en el terreno rocoso, formando un sistema de drenaje subterráneo que se manifiesta en la superficie a través de afloramientos naturales conocidos como cenotes.

En cuanto al espesor del suelo, estos se encuentran en parches pequeños y delgados y como relleno de fisuras de rocas. Sin embargo, la región alberga una densa vegetación tropical compuesta de árboles altos, maleza y plantas trepadoras.

Respecto a la geomorfología, la Península de Yucatán se divide en cuatro provincias geomorfológicas: 1) zona costera, 2) llanura interior, 3) cerros y valles, y 4) cuencas escalonadas. Las características morfológicas de la península parecen estar íntimamente relacionadas con la orientación NNE-SW de la costa oriental, que se formó por una falla y cae abruptamente a profundidades de varios cientos de metros. La Laguna de Bacalar, los bloques escalonados entre Zoh-laguna, el norte de Belice y la costa occidental de la Bahía de Cozumel también comparten esta orientación.

El desarrollo geomorfológico de esta región se inició durante el período Terciario Superior, con la formación de una llanura calcárea que fue moldeada por una intensa disolución. Como resultado, la región se caracteriza por rasgos de disolución como dolinas, depósitos de arcilla descalcificada, relieve uniforme y "cenotes".

Durante el Cuaternario, esta llanura se vio modificada por la formación de pantanos y lagos, así como por la acumulación de abundantes depósitos costeros. Por las características de la zona, esta región puede ubicarse en un estado geomorfológico correspondiente a la madurez.

La Península de Yucatán está compuesta por sedimentos calcáreos marinos de los períodos Terciario y Reciente (Butterlin y Bonet, 1963). Las rocas más antiguas se ubican en el sur y centro de la península, mientras que en el estado de Quintana Roo se encuentran en el suroeste y corresponden a calizas dolomitizadas, silicificadas o recristalizadas del Paleoceno-Eoceno indiferenciadas, que incluyen rocas evaporíticas de la formación Icaiché, compuesta por yeso y anhidrita rica en sulfatos.

Sobre estas rocas y afloramientos en la parte centro-occidental de la entidad se encuentran calizas fosilíferas del Eoceno Medio. Se expone una secuencia de rocas del Mioceno-Plioceno

en la región de Bacalar-Río Hondo; margas, yesos y calizas forman la parte inferior de la secuencia, mientras que la parte superior está compuesta por coquinas y calizas.

Geología del sitio

La zona de interés exhibe afloramientos de depósitos carbonatados del Cuaternario. Estos depósitos se distribuyen en una franja aproximada de un kilómetro en su punto más ancho y de 400 metros en el punto más estrecho, partiendo desde la línea costera. Los depósitos sedimentarios que emergen en la superficie consisten en arenas costeras no consolidadas en los primeros 200 metros y dunas compuestas principalmente por arenas calcáreas cementadas, las cuales están formadas por oolitas y, en menor medida, por fragmentos de corales y moluscos. Esta unidad, de aspecto frágil y/o pulverulento, de origen eólico, está estrechamente vinculada con las eolianitas pleistocénicas y se presenta en estratos que varían desde algunos centímetros hasta medio metro de espesor. En su estructura, se observan algunas marcas de rizaduras debido a la acción del viento y ligeros plegamientos con inclinaciones suaves.
La ubicación del área de estudio se detalla a continuación, seguida de un esquema que ilustra la caracterización geológica de la región.

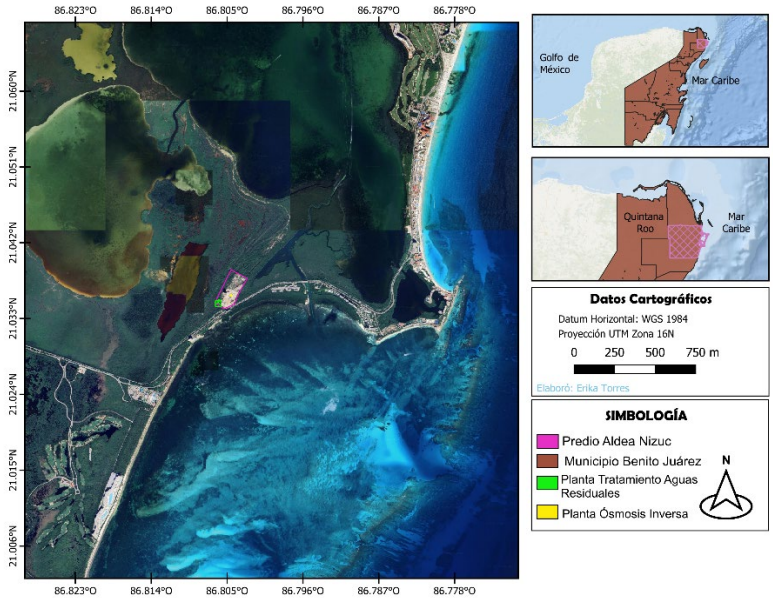


Figura IV.2-7 Localización de los polígonos pretendidos a ubicar la POI y la PTAR al interior del Lote del proyecto Aldea Nizuc

Estructuralmente, en el área de estudio se observan crestas y valles superficiales formados por la acción eólica. En las zonas bajas (valles o depresiones) se detectan indicios de humedad y abudante vegetación, lo cual sugiere la posible presencia de un aporte subterráneo de agua.

Para caracterizar indirectamente los materiales del subsuelo e identificar las estructuras geológicas favorables para el flujo del agua subterránea, se realizaron estudios de resistividad eléctrica mediante Sondeos por Transitorio Electromagnético (TEM) y Tomografías Eléctricas Dipolo-Dipolo.

Las características resistivas del subsuelo reflejan tanto la litología como la calidad del agua subterránea que fluye a través de las rocas. Las zonas altamente conductoras, con valores de resistividad menores de 4 ohm-m, se asocian con la intrusión de agua salobre hacia el continente, indicando que la roca caliza presenta un alto grado de karstificación o disolución, permitiendo un flujo sin resistencias.
Esto permitió definir el modelo geoeléctrico del sitio, basado en:

- La correlación de los perfiles geoeléctricos formados a partir de modelos 1-D obtenidos mediante inversión Occam o modelos multicapas con la geología superficial.
- El análisis de mapas de resistividad a diferentes profundidades bajo el terreno.

Durante cada sondeo, se compararon los modelos 1-D obtenidos por el proceso de capas planas y el modelo multicapas o inversión Occam, encontrándose una buena correspondencia en la definición general de los modelos geo-eléctricos. Se optó por utilizar los modelos multicapas, ya que representan una variación continua de la resistividad y ayudan a definir estratos más delgados.
Los resultados de estos sondeos permitieron determinar la forma y distribución de las unidades geo-eléctricas en el subsuelo hasta una profundidad de 20 metros.

A continuación se presenta la Tomografía Eléctrica Dipolo-Dipolo, en la cual se identifica una zona de baja resistividad eléctrica en los primeros 30 metros de la sección. Esta zona, que se extiende verticalmente desde el nivel del terreno hasta aproximadamente los 12 metros (representada en tonos azules), está asociada con la presencia de abundante agua que fluye a través de la arena. Se observan otras zonas similares al final de la sección, entre los cadenamientos 130 y 150 metros, y otra entre los cadenamientos 90 y 120 metros, esta última extendiéndose verticalmente desde los 5 hasta los 20 metros de profundidad.

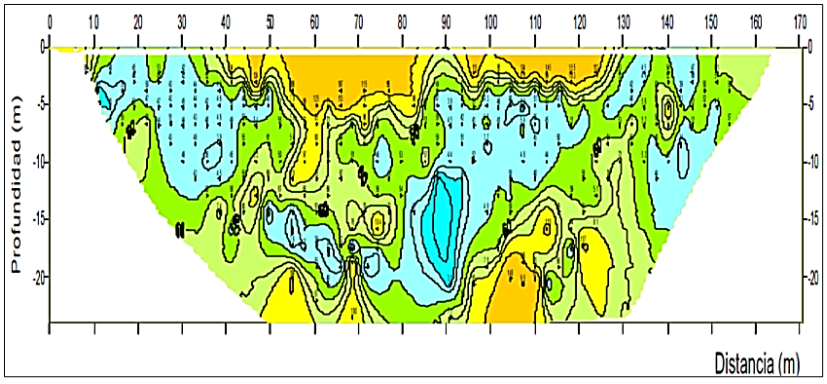


Figura IV.2-8 Tomografía eléctrica Dipolo-dipólo del sitio estudiado para el desarrollo del proyecto

La secuencia estratigráfica del sitio, es decir, la geología del subsuelo, se identificó inicialmente como una capa delgada de suelo areno-limoso con materia orgánica vegetal. Posteriormente, se encontraron depósitos de dunas de origen eólico, constituidos por arenas finas a medias con un cementante de carbonato de calcio. En la superficie, se observa una costra de material residual calichoso de color negro y de espesor reducido.

Entre los 5 y 12 metros de profundidad, se identificaron depósitos arenosos (calcarenitas) con fragmentos de conchas y limos con arcillas de textura grumosa y deleznable.

Desde los 12 hasta aproximadamente los 23 metros, se localizó un cuerpo masivo de caliza coquinífera de origen arrecifal, compacta y porosa, con intercalaciones de limos y arenas calcáreas. Finalmente, se encontraron calizas compactas muy fracturadas, con coloraciones claras y oscuras, y abundantes microfósiles. Esta última unidad se correlaciona con la Formación Carrillo Puerto del Mioceno-Plioceno (Bonet y Butterlin, 1962).

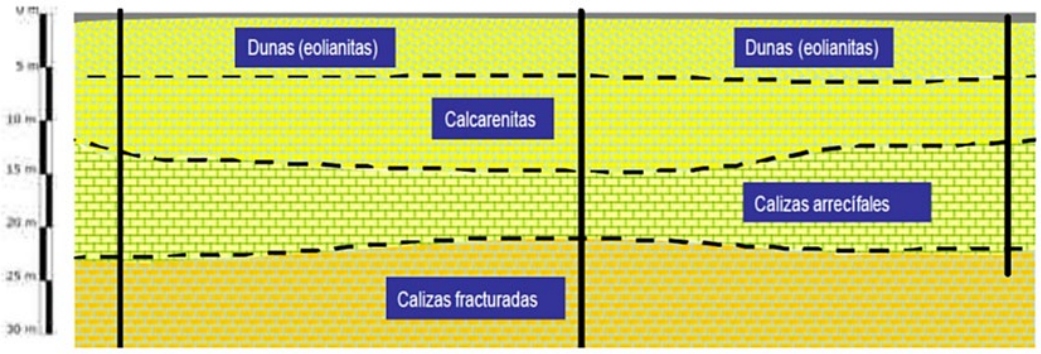


Figura IV.2-9 Sección geológica representativa del sitio estudiado

La prospección geohidrológica, o investigación del comportamiento del agua subterránea, incluye diversas actividades destinadas a medir características como la conductividad hidráulica del acuífero, la dirección preferencial del flujo de agua subterránea, su gradiente hidráulico, la calidad del agua y su interacción con fenómenos geoquímicos, así como la potencia y volumen del agua subterránea.

El objetivo de estas actividades es medir las variables hidrodinámicas a lo largo del tiempo para poder establecer modelos estáticos y, a partir de ellos, generar el modelo hidrodinámico del acuífero en la zona de estudio.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Se realizó un censo de aprovechamientos hidráulicos en el predio y sus alrededores, identificando fuentes de aguas subterráneas, principalmente pozos y sondeos de estudios previos, con el fin de establecer puntos de control para el monitoreo del acuífero durante el estudio geohidrológico. En total, se censaron 7 puntos de control: 3 barrenos exploratorios del predio, un pozo de riego del mismo predio, y un barreno y dos norias de un predio vecino. Estos puntos fueron ubicados con precisión mediante geoposicionadores satelitales topográficos de alta precisión, trasladando el nivel medio del mar al predio desde un banco de nivel topográfico del INEGI, y nivelados respecto al nivel medio del mar con una estación total con precisión milimétrica en elevación y ubicación geográfica.

En cuanto a la calidad del agua del acuífero, se realizaron perfiles de conductividad eléctrica, temperatura, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto y potencial redox en los 5 barrenos perforados, utilizando una sonda multiparámetro Quanta-Hydrolab. Con esta información, se graficaron los parámetros en función de la profundidad del acuífero respecto al nivel medio del mar.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Temperatura: La temperatura medida en el acuífero de Benito Juárez a nivel freático oscila entre 26.60°C y 29.00°C (este último valor posiblemente influenciado por las condiciones atmosféricas), con el mínimo al oeste del predio. Las condiciones permanecieron casi constantes, con variaciones menores a 1°C.

Conductividad Eléctrica: La conductividad eléctrica a nivel freático en el predio de Aldea Nizuc presenta valores entre 700 µS/cm y 3350 µS/cm, permaneciendo constantes hasta el final del sondeo (-3.5 m). En el pozo de agua de riego de mayor profundidad, usado como control, el parámetro muestra un incremento gradual a partir de los -11 m debido a la influencia directa del agua salobre, alcanzando valores entre 6000 y 6350 µS/cm.

Oxígeno Disuelto: El oxígeno disuelto en el acuífero del predio de Aldea Nizuc mantiene valores a nivel freático entre 1.55 y 4.1 mg/l. A partir de ahí, el parámetro disminuye y se mantiene constante hacia los -3 m. La tendencia a mayor profundidad es hacia la reducción del oxígeno.

pH: El potencial de hidrógeno (pH) se mantiene entre 7.65 y 7.80.

Sólidos Totales Disueltos (TDS): Las concentraciones de sólidos totales disueltos en el acuífero freático del predio Aldea Nizuc oscilan entre 350 y 3000 mg/l. Los valores disminuyen con la profundidad hasta los -11 m, donde se observa un incremento gradual por la influencia del agua salobre, alcanzando hasta 4000 mg/l.

Conductividad Hidráulica: Este parámetro es crucial para la cuantificación del flujo de agua subterránea, ya que permite estimar los volúmenes de tránsito del agua en una sección volumétrica determinada. La técnica aplicada se basa en la simulación del efecto de la marea en el retraso de una onda marina dentro del subsuelo continental. Al propagarse en el agua subterránea presente en los poros o espacios vacíos de la roca, la marea se retrasa debido a la resistencia de la roca. La estimación de la conductividad hidráulica se realiza simulando el efecto de la marea, utilizando la curva obtenida en cada sitio, y aplicando el método de Ferris con los valores de la función sinusoidal.

Utilizando la información obtenida de los registros electrónicos del nivel del agua en el predio de Aldea Nizuc, junto con el registro de la marea del municipio, se determinó la conductividad hidráulica para la arena y la caliza arrecifal subyacente. Los cálculos indican que la conductividad hidráulica del acuífero es de 354.55 m/d, con un coeficiente de almacenamiento entre 0.15 y 0.25. Para la caliza arrecifal, la conductividad hidráulica promedio calculada es de 6865.75 m/d, con un coeficiente de almacenamiento de 0.05 a 0.2.

El volumen de flujo del agua subterránea se calculó aplicando una técnica de cuantificación que emplea la configuración de la red de flujo y los valores medidos de conductividad hidráulica. Esta estimación se realizó para la porción acuífera de agua dulce-salobre situada debajo del predio en estudio.

Para calcular el volumen de agua subterránea que circula en el acuífero, se utilizó la técnica de redes de flujo, fundamentada en la ley de Darcy. Esta ley establece que el caudal que fluye a través de una sección transversal del acuífero es directamente proporcional al gradiente de

pérdidas de carga, donde la constante de proporcionalidad se refiere a la conductividad hidráulica del sistema.

Ecuación de Darcy: $Q = AKdH/dl$;

donde:
Q= es el volumen de agua subterránea que atraviesa una sección transversal de acuífero, en m^3/día
A= sección transversal del acuífero equivalente al espesor del acuífero por unidad de ancho, en m^2
K = conductividad hidráulica, en m/d
dH/dl = gradiente hidráulico

En el caso del predio de Aldea Nizuc, se determinó una red piezométrica basada en los niveles piezométricos medidos el 18 de junio de 2012. En esta red se observa un parteaguas hidráulico subterráneo que define dos flujos, uno en dirección noroeste (NW) y otro en dirección sureste (SE). Posteriormente, se definieron tubos de corriente en las direcciones mencionadas, ortogonales a las líneas de flujo identificadas.

Para calcular el volumen de agua subterránea que fluye por debajo del predio de Aldea Nizuc, se asumió que el espesor del acuífero de agua dulce-salobre es de 20 metros (correspondiente al techo de la interfase salina). Además, se consideraron conductividades hidráulicas de 354.55 m/d para las arenas y 6866 m/d para la caliza arrecifal. Se calcularon dos tubos de corriente en cada dirección.

El flujo calculado en la dirección NW del predio es de 20 lps para las arenas y de 384 lps para la caliza arrecifal, resultando en un volumen total de 404 lps. En este caso, se analizaron 255 metros lineales de acuífero, obteniendo un volumen unitario de 0.078 lps por metro lineal de acuífero arenoso y 1.513 lps por metro lineal de acuífero arrecifal.

En la dirección SE del predio, el flujo calculado es de 6 lps para las arenas y de 181 lps para la caliza arrecifal, con un volumen total de 190 lps. Aquí, se analizaron 160 metros lineales de acuífero, obteniendo un volumen unitario de 0.069 lps por metro lineal de acuífero arenoso y 1.327 lps por metro lineal de acuífero arrecifal.

Hidrología

En relación con la hidrología del sitio, y considerando la propuesta de instalar un pozo de descarga a una profundidad de 100 metros, la promovente presenta un estudio de prospección geohidrológica. Este estudio tiene como objetivo demostrar que la salmuera, generada por la puesta en marcha del proyecto, no retornará a las capas superficiales del acuífero aprovechable ni aflorará en la zona marina costera. El análisis del perfil estratigráfico y el registro eléctrico justifican que la profundidad a la que se inyectará la salmuera garantizará la protección del delgado lente de agua dulce localizado en el sitio, así como prevenir otras posibles afectaciones.

El estudio realizado indica que el agua subterránea incrementa su salinidad a partir de los 12 metros de profundidad y se vuelve salobre y salada hasta los 23 metros. En esta zona, el agua se encuentra en poros y oquedades de gran tamaño, resultado de la disolución de la roca caliza coquinífera de origen arrecifal, compacta y porosa, con intercalaciones de limos y arenas calcáreas.

La prospección geohidrológica, o investigación del comportamiento del agua subterránea, incluye varias actividades enfocadas en medir la conductividad hidráulica del acuífero, la dirección preferencial del flujo de agua subterránea, su gradiente hidráulico, la calidad del agua y su interacción con fenómenos geoquímicos, así como la potencia y volumen del agua subterránea.

El estudio revela que, desde los 15 hasta los 22 metros de profundidad, se encuentran calizas arrecifales con abundancia de fósiles, arenas y lentes dolomitizados. Esta formación presenta huellas de disolución y fracturamiento, con resistividades eléctricas entre 10 y 20 ohm-m, lo que sugiere la probable circulación de agua continental en su camino hacia el mar.

El modelo geoeléctrico del sitio mostró una alternancia de resistividades eléctricas en los primeros metros del subsuelo, con algunos sitios muy conductivos asociados a la presencia de humedad por agua meteórica de reciente infiltración o por flujos subterráneos someros que circulan bajo la duna de arena.

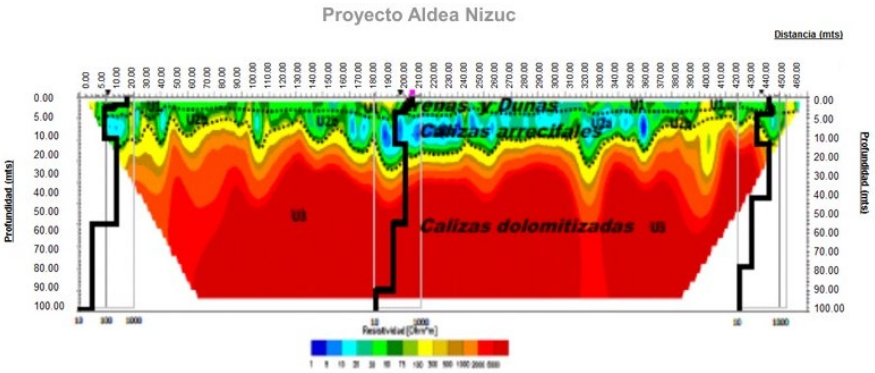


Figura IV.2-10 Sección Geo eléctrica L2

La caracterización del subsuelo se realizó mediante métodos geoeléctricos, empleando el arreglo Dipolo–Dipolo, cuyo patrón de medición se representa mediante una pseudosección con geometría de pirámide invertida, la cual define el volumen efectivo de investigación y la profundidad alcanzada conforme se incrementa la separación entre electrodos. Este arreglo permitió evaluar la distribución lateral y vertical de las resistividades eléctricas, base para la interpretación hidrogeológica del sitio.

Los resultados de la sección geoeléctrica Dipolo–Dipolo, localizada en la zona de interés, muestran en los primeros 30 metros de la sección una zona de baja resistividad eléctrica en comparación con su entorno, con una extensión vertical desde la superficie del terreno hasta

aproximadamente los 12 metros de profundidad, representada en tonos azules en la pseudosección. Esta condición se asocia a la presencia de agua subterránea circulando a través de depósitos arenosos de origen eólico, coherente con los materiales identificados en la estratigrafía superficial del sitio.

Adicionalmente, se identifican otras zonas de baja resistividad hacia el extremo de la sección, entre los cadenamientos 130 y 150 metros, así como entre los cadenamientos 90 y 120 metros, las cuales se extienden verticalmente desde aproximadamente los 5 hasta los 20 metros de profundidad. En contraste, entre los cadenamientos 40 y 90 metros se reconoce un sector con resistividades relativamente más altas, interpretado como una zona con menor contenido de agua, donde predomina un flujo laminar sobre materiales arenosos.

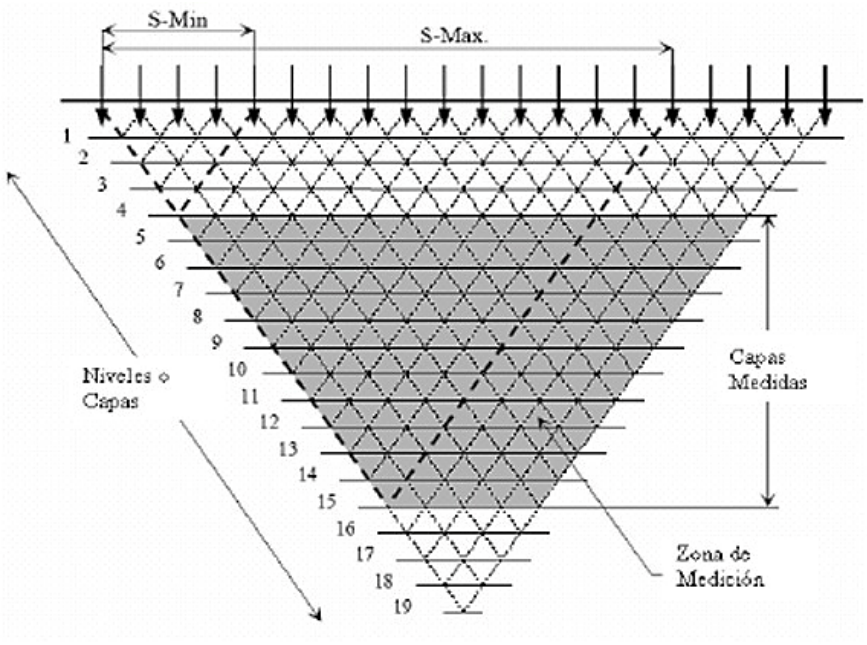


Figura IV.2-11 Patrón mediciones utilizado en la Sección eléctrica Dipolo-dipolo.

La interpretación geoeléctrica es consistente con la secuencia estratigráfica identificada en el sitio, la cual inicia con una capa superficial de suelo areno-limoso con materia orgánica, seguida por depósitos de dunas eólicas constituidos por arenas finas a medias con cementante de carbonato de calcio. Entre los 5 y 12 metros de profundidad se presentan depósitos arenosos tipo calcarenitas, con fragmentos de conchas y limos con arcillas de textura deleznable. A partir de los 12 y hasta aproximadamente los 23 metros, se localiza un cuerpo masivo de caliza coquinífera de origen arrecifal, compacta y porosa, con intercalaciones de limos y arenas calcáreas, sobreyaciendo a calizas compactas fracturadas correlacionables con la Formación Carrillo Puerto (Mioceno–Plioceno).

Con base en la integración del patrón de medición Dipolo–Dipolo y la interpretación de las pseudosecciones geoeléctricas, se concluye que entre los 12 y 23 metros de profundidad se presenta agua salobre y salada, condición que se incrementa con la profundidad. En este

contexto, se establece que a profundidades del orden de 40 a 80 metros, la salmuera no presenta probabilidad de retornar a las capas superficiales del acuífero, debido a la presencia de una interfase salina estable por debajo del lente somero de agua dulce, lo que garantiza la protección hidrogeológica del acuífero superficial del sitio

Fisiografía.

La Península de Yucatán se distingue por una extensa plataforma continental conocida como la Plataforma de Yucatán, que se extiende varios kilómetros en los litorales norte y este. Sin embargo, frente al litoral de Quintana Roo, esta estructura es mucho más estrecha, no superando los 3.7 km de amplitud, y prácticamente desaparece al sur de Puerto Morelos, donde bordea la costa a una distancia mínima de la playa.

En términos generales, la plataforma continental de Quintana Roo es una losa plana con una pendiente suave que desciende hasta los 40 metros de profundidad. A partir de ese punto, se desarrolla un talud que alcanza profundidades superiores a los 200 metros.

El relieve costero está modificado por una barrera coralina que comienza frente a Cabo Catoche y se extiende hacia el sur, más allá de las costas mexicanas. Esta barrera, que es en realidad una rompiente arrecifal, forma parte del arrecife bordeante del estado y se localiza a una distancia de 1 a 1.5 km de la playa.

IV.3 Aspectos socioeconómicos regionales.

IV.3.1 Medio socioeconómico

Como ya se ha mencionado, el proyecto se ubica la ciudad de Cancún, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo. Este estado es el de más reciente fundación en México, declarándose como tal el 08 de octubre de 1974, constituyéndose por apenas siete municipios. Se ubica en el sureste de México, siendo uno de los tres estados de la Península de Yucatán; sus colindancias son: al norte con Yucatán y el Golfo de México (océano Atlántico); al este con el mar Caribe (océano Atlántico); al sur con Belice y, al oeste con Campeche. En cuanto a extensión territorial, ocupa el lugar 19 a nivel nacional y representa el 2.56% de la superficie total del país.

En la actualidad el estado de Quintana Roo está conformado por 11 municipios, los últimos en ser declarados como tal son: Solidaridad, Tulum, Bacalar y, el más reciente, Puerto Morelos (Tabla IV.2-1).

Tabla IV.2-1. Municipios que conforman el estado de Quintana Roo a la fecha.

Municipio	Cabecera	Fundación
Cozumel	Cozumel	12 de enero de 1975
Felipe Carrillo Puerto	Felipe Carrillo Puerto	12 de enero de 1975
Isla Mujeres	Isla Mujeres	12 de enero de 1975
Othón P. Blanco	Chetumal	12 de enero de 1975
Benito Juárez	Cancún	12 de enero de 1975
José Ma. Morelos	José Ma. Morelos	12 de enero de 1975
Lázaro Cárdenas	Kantunilkín	12 de enero de 1975
Solidaridad	Playa del Carmen	28 de julio de 1993
Tulum	Tulum	13 de marzo de 2008

Municipio	Cabecera	Fundación
Bacalar	Bacalar	02 de febrero de 2011
Puerto Morelos	Puerto Morelos	06 de noviembre de 2015

El municipio de Benito Juárez se ubica en la parte norte del Estado y colinda con los municipios de Lázaro Cárdenas al Oeste, al Sur con el municipio de Benito Juárez, el Mar Caribe se encuentra al Este. Su extensión territorial es de 1,100 km^2, el 2.16% de la superficie estatal.

IV.3.2 Población

El Municipio de Benito Juárez abarca una superficie total de 955.960 km^2, según datos del INEGI. Este municipio en cuanto a densidad poblacional, el municipio de Benito Juárez ocupa el primer lugar estatal con 853.46 Hab km^2, seguido por Solidaridad y Cozumel con 145.31 Hab km^{2-1} y 136.91 Hab km^{2-1}, respectivamente; en este sentido, los municipios del estado que tienen la menor densidad poblacional resultaron ser Felipe Carrillo Puerto y Bacalar, con solo 5.76 y 6.17 Hab km^{2-1}, respectivamente.

Superficie	955.960 km^2
Densidad poblacional	16.95 hab/km^2
Ubicación en la entidad	Norte
Tipo de urbanización	Metropolitano
Colindancias	Al Norte: con el Golfo de México y em Mar Caribe Al Este: con el Mar Caribe Al Oeste: con el Municipio Lázaro Cárdenas Al Sur: con el Mar Caribe y el Municipio Lázaro Cárdenas

En los últimos años, el municipio de Benito Juárez ha experimentado un significativo crecimiento poblacional. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el censo de 2020 reportó una población de 911,503 habitantes en el Municipio de Benito Juárez, de los cuales 459,325 son hombres y 452,178 son mujeres.

Este alto crecimiento poblacional en el municipio se debe principalmente a la inmigración de personas provenientes de diversos estados de la República, atraídas por las oportunidades que ofrece el desarrollo turístico de la región.

Clave entidad	Nombre de la entidad	Clave del municipio	Nombre del municipio	Grado de marginación del Municipio 2010	Población 2010
23	Quintana Roo	001	Cozumel	Muy bajo	79,535
23	Quintana Roo	002	Felipe Carrillo Puerto	Medio	75,026
23	Quintana Roo	003	Isla Mujeres	Bajo	16,203
23	Quintana Roo	004	Othón P. Blanco	Bajo	244,553
23	Quintana Roo	005	Benito Juárez	Muy bajo	434,153
23	Quintana Roo	006	José María Morelos	Medio	60,179
23	Quintana Roo	007	Lázaro Cárdenas	Medio	25,333
23	Quintana Roo	008	Solidaridad	Muy bajo	159,31
23	Quintana Roo	009	Tulum	Bajo	28,263
23	Quintana Roo	010	Bacalar	Bajo	41,754

La distribución territorial de la población del Municipio de Benito Juárez muestra una predominancia de habitantes jóvenes y adultos jóvenes en el municipio, tal como se evidencia en los datos del censo de 2020.

Tabla IV.2-2 Distribución de la población por grandes grupos de edad en 2020

Distribución de la población por grandes grupos de edad, 2020			
	Nacional	Estatal	Municipal
Población Total	126,014,024	1,857,985	911,503
Población de 20 a 24 años	31,755,284	164,989	82,839
Población de 25 29 años	55,874,177	184,447	93,271
Población de 30 a 34 años	10,595,300	175,133	85,696

La distribución de la población por edades muestra que el municipio de Benito Juárez es predominantemente joven, con los mayores índices de población en las primeras etapas de vida hasta los 44 años. Esto se evidenció en el censo de población y vivienda de 2020 realizado por el INEGI[3].

Tabla IV.2-3 Distribución poblacional por grupos quinquenales de edad y sexo

Distribución de la población por grupos quinquenales de edad y sexo, 2020			
Grupos de edad	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	67,166	34,336	32,830
5 a 9 años	72,828	36,906	35,922
10 a 14 años	73,493	37,603	35,890
15 a 19 años	70,697	35,743	34,954
20 a 24 años	82,839	41,653	41,186
25 a 29 años	93,271	47,420	45,851
30 a 34 años	85,696	43,315	42,381
35 a 39 años	81,053	41,010	40,043
40 a 44 años	69,739	35,031	34,708
45 a 49 años	61,739	31,151	30,588
50 a 54 años	50,207	25,501	24,706
55 a 59 años	34,218	17,202	17,016
60 a 64 años	23,937	11,671	12,266
65 a 69 años	15,465	7,336	8,129
70 a 74 años	9,406	4,340	5,066
75 a 79 años	5,275	2,416	2,859
80 a 84 años	3,056	1,245	1,811
85 a 89 años	2,174	827	1,347
Total	902,259	454,706	447,553
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.			

De acuerdo con datos anteriores, el crecimiento de la población en la zona ha sido variable. Entre 1970 y 1980, la población decreció un 3.7% debido a la creación del Municipio de Benito Juárez.

[3]https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/benito-juarez-23005?redirect=true#population-and-housing

Durante el periodo de 1980 a 1990, la tasa de crecimiento aumentó un 3.6%, con un incremento del 10.7% en el municipio, debido al desplazamiento de trabajadores de otras ciudades hacia la zona de Cancún.

Entre 1990 y 2000, la tasa de crecimiento municipal se redujo hasta un 0.6%, como resultado de la reducción en la actividad turística.

En cuanto a las principales localidades del Municipio de Benito Juárez, la mayor concentración de habitantes se encuentra en la localidad de Cancún, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla IV.2-4 Mayor Concentración poblacional en las principales localidades

Nombre	Población	% poblacional mpal.	Cabecera mpal.
Cancún	888,797	97.51	✓
Alfredo V. Bonfil	19,789	2.17	
Subtotal:	*908,586*	*99.68*	
TOTAL:	911,503	100.00	

Población Económicamente Activa

La población económicamente activa (PEA) permite cuantificar el porcentaje de habitantes que sostiene económicamente a la población de una localidad o municipio. En el caso de Benito Juárez, se registraron 7,640 habitantes como PEA, de los cuales más del 60% trabajan en los sectores de turismo y comercio.

El salario mínimo general en México para 2025 es de $278.80 pesos diarios, lo que equivale a $8,364 pesos mensuales. Este monto aplica para la Zona del Salario Mínimo General (ZSMG).

Salario Mínimo Vigente

En cuanto a los criterios de fijación del salario mínimo general, a partir del 1 de enero de 2025, todos los municipios del estado, incluida la zona del proyecto, están clasificados en la zona geográfica "C". El salario mínimo correspondiente es de $278.50 pesos diarios, ajustándose de acuerdo con las actividades de los pobladores. La mayor parte de la población trabaja en el sector secundario, que abarca comercio y servicios. Este es seguido por el sector secundario, que incluye turismo, comercio, entre otras actividades. Finalmente, el sector primario comprende la ganadería, agricultura, caza y pesca. Esta tendencia se ha mantenido durante las últimas Benito Juárez, en relación con las principales características de las viviendas en rezago por localidad, se tiene la siguiente información:

Indicadores de rezago por tamaño de localidad (Porcentajes)					
Tamaño de localidad (Habitantes)	Viviendas con piso de tierra	Viviendas sin luz eléctrica	Viviendas sin agua entubada	Viviendas sin sanitario	Viviendas sin drenaje
	%	%	%	%	%
Menos de 100	19.08	35.95	54.30	22.08	24.84
100 a 499	6.25	97.92	95.83	47.92	50.00
350 a 1,499					

1,350 a 2,499					
2,350 a 4,999	8.10	9.45	96.79	1.52	11.33
5,000 a 9,999					
10,000 y más	2.98	4.08	4.47	3.67	1.42
Confidenciales (una y dos viviendas)	12.64	64.37	82.76	16.85	33.72

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales Resultados por localidad

Población Económicamente Activa

Según los datos recabados en el Conteo de Población y Vivienda de 2020, realizado por el INEGI, el Municipio de Benito Juárez presenta los siguientes porcentajes de viviendas con piso de tierra: 39% en localidades con menos de 100 habitantes, 6.25% en localidades de 100 a 499 habitantes, 8.1% en localidades de 2,350 a 4,999 habitantes, y 2.98% en localidades con 10,000 habitantes.

Los indicadores de rezago en viviendas particulares habitadas son los siguientes:

Indicadores de rezago en viviendas particulares habitadas 2020 (Absolutos)			
	Nacional	Estatal	Municipal
Viviendas particulares habitadas	28,138,556	602,762	4,471
Viviendas con piso de tierra	1,731,414	13,427	198
Viviendas sin luz eléctrica	513,482	7,441	602
Viviendas sin agua entubada	3,174,979	29,635	988
Viviendas sin sanitario	1,311,207	18,730	212
Viviendas sin drenaje	2,523,821	17,693	212

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Indicadores de rezago en viviendas particulares habitadas 2020 (Porcentajes)			
	Nacional	Estatal	Municipal
%Viviendas con piso de tierra	6.19	3.79	4.53
%Viviendas sin luz eléctrica	1.83	2.09	8.18
%Viviendas sin agua entubada	11.35	8.35	22.51
%Viviendas sin sanitario	4.66	5.16	4.72
%Viviendas sin drenaje	9.03	4.99	4.84

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Infraestructura

El Municipio de Benito Juárez cuenta con una red vial que incluye 22.158 km de caminos pavimentados, 42.479 km de caminos de terracería y aproximadamente 12.148 km de brechas, según el censo de 2020.

Tabla IV.2-5 Infraestructura vial del Mpio. Benito Juárez

Infraestructura vial		
Tipo de vialidad	Longitud (km)	% Municipal
Caminos pavimentados	22.158	28.86
Caminos de terracería	42.479	55.32
Veredas	0	0
Brechas	12.148	15.82
Calles	0	0
Total Municipal	76.785	100

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Carta topográfica. Escala 1:250,000 e INEGI (2010). Marco Geoestadístico Municipal. Vs.4.2

Servicios Públicos

Benito Juárez cuenta con todos los servicios que requiere una zona urbana, los cuales son:

Tabla IV.2-6 Cobertura de Servicios Públicos en el Mpio. de Benito Juárez

SERVICIO	COBERTURA
Agua potable	90%
Alumbrado público	90%
Drenaje urbano	90%
Recolección de basura	95%
Limpieza de las vías públicas	95%
Seguridad pública	100%
Pavimentación	90%
Mercados y centrales de abasto	100%
Rastros	100%

El suministro de energía eléctrica en el Municipio de Benito Juárez se encuentra a cargo por la CFE, la cual genera, trasmite, distribuye y comercializa este servicio. Su infraestructura principal es con base en seis centrales generadoras; de las cuales dos se localizan en Benito Juárez, en la ciudad de Cancún, y tienen una capacidad de 102 Mw y 88 Mw.

El abasto del vital líquido para el centro de población de Cancún proviene de baterías de pozos localizadas al poniente de la ciudad, que por acueductos localizados al costado de la carretera Cancún – Mérida, la Avenida José López Portillo, el Boulevard Luis Donaldo Colosio y el Boulevard Kukulkán, conducen el agua hacia las diversas zonas de la ciudad. De acuerdo con datos de INEGI (2010), en Cancún existen 18,454 viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada y se ubican principalmente en las zonas norte, sur y poniente

de la ciudad. Estas zonas donde se carece de líneas de abasto en general coinciden con asentamientos irregulares y AGUAKAN, la empresa concesionada para brindar el servicio de agua potable en todo el municipio, utilizan pipas para hacer llegar agua potable a dichos lugares.

El municipio cuenta con infraestructura para el drenaje, conformada por 1,535 km de tuberías para recolectar las aguas residuales, 61 estaciones de rebombeo y 6 plantas de tratamiento (PTAR), las cuales en 2016 trataron 22.6 millones de m^3.

Los centros de población en el municipio de Benito Juárez no cuentan con un sistema planificado de drenaje pluvial y una parte importante del desalojo se realiza a partir de 3,500 pozos de absorción. Estos pozos se han perforado por la necesidad de desalojar las aguas pluviales que originan encharcamientos en las vialidades; sin embargo, no en todas las colonias y delegaciones funcionan de manera correcta. Lo anterior debido falta de mantenimiento o por azolves que tienen su principal origen en los residuos sólidos domiciliarios que indebidamente se disponen en la vía pública.

Además, el Municipio administra servicios de parques y jardines, edificios públicos, unidades deportivas y recreativas, monumentos y fuentes, entre otros.

Servicio de Limpieza

Los residuos domésticos son recolectados diariamente por el servicio de limpia del H. Ayuntamiento, y se depositan en un basurero al aire libre ubicado en domicilio conocido. Posteriormente, estos residuos se trasladan al relleno sanitario designado.

Comunicaciones

Teléfono: Benito Juárez cuenta con servicio telefónico local y de larga distancia automática. En la ciudad de Cancún y casi todo el municipio ya existe instalación telefónica subterránea; además, se dispone de servicios de telefonía celular y de internet proporcionados por Teléfonos de México.

Correo: El municipio de Benito Juárez cuenta con una administración de correo en la ciudad de Cancún, así como con establecimientos adicionales que brindan este servicio.

Medios de Comunicación: Se dispone de televisión por cable y satelital de las cadenas nacionales. Las estaciones de radio más frecuentemente escuchadas son las de Cancún, Cozumel y Cuba. Además, circulan periódicos estatales y nacionales.

Vías de Comunicación

Terrestre: El medio de comunicación más utilizado por la población residente y no residente son las vías terrestres. Se cuenta con servicios colectivos urbanos de transporte terrestre, además de desplazamientos en taxis y vehículos o motos particulares.

Entre las carreteras principales son la Carretera federal 307 (Cancún-Playa del Carmen), que es la vía de acceso principal desde el sur del estado, se tiene también la Carretera federal

180 (Mérida-Cancún), la cual además conecta directamente con el área urbana de Cancún; dentro de la ciudad se cuenta también con el Blvd. Luis Donaldo Colosio, funcionando como eje clave para hoteles, zonas residenciales y áreas de servicio; la Av. Tulum que mantiene alta carga vehicular diaria ya que conecta el centro de la ciudad con la zona hotelera; la Av. José López Portillo es muy usada por transporte de carga y público y la Av. Bonampak que funciona comop acceso principal y más utilizado a Puerto Cancún.

Marítimo: En la Región Caribe Norte se localizan los puertos de Punta Sam, Cancún, Puerto Morelos, Playa del Carmen, Punta Venado, Isla Mujeres y Cozumel, que permiten enlazar sus porciones insular y continental; así como con puertos de los Estados Unidos en el Golfo de México, América Central y el Caribe.

El estado recibe más del 57% de los cruceros del país que arriban al país; siendo Cozumel el principal puerto turístico en México y el Caribe por recibir 2,925,630 pasajeros en 2010.
El puerto comercial más importante en la zona norte de Quintana Roo es Punta Venado que en 2010 registró una carga total de 7,893,669 toneladas, de las cuales 7,161,777 toneladas fueron de granel mineral, en ese año también presentó un arribo de 55,275 pasajeros por cruceros (Secretaría de Comunicaciones y Transporte).
En este ámbito regional, la ciudad de Cancún tiene las instalaciones náuticas que enlazan la parte continental con Isla Mujeres y permite el tránsito de personas entre ambos destinos.

Aéreo: La infraestructura aeronáutica de Quintana Roo consiste en tres aeropuertos internacionales, un aeropuerto nacional, 19 aeródromos y 14 helipuertos, según datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). El Aeropuerto Internacional de Cancún cuenta con dos pistas para operaciones simultáneas que permite 80 operaciones por hora, siendo el segundo con mayor tráfico aéreo de pasajeros en México y el primero en lo que se refiere a operaciones de vuelos de líneas internacionales.

Salud: El municipio de Benito Juárez es cuenta con servicios médicos proporcionados por instituciones oficiales y paraestatales, además de servicios médicos particulares.
Los servicios de salud en Cancún son proporcionados principalmente por los Servicios Estatales de Salud y Asistencia (SESA), el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), el Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), así como los servicios médicos de la zona naval localizada en el municipio.

Educación: Benito Juárez cuenta con todos los niveles de educación básica y superior que incluyen preprimaria, primaria y secundaria, licenciaturas, y posgrados.

Actividades Productivas:
Las principales actividades productivas del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, están fuertemente ligadas al sector terciario, especialmente al turismo, debido a que Cancún, su cabecera municipal, es uno de los destinos turísticos más importantes de México y América Latina. A continuación, se describen las principales actividades económicas del municipio Seguidamente se muestran las actividades productivas sobresalientes en el Municipio de Benito Juárez:

Turismo: El turismo es la principal fuente de ingresos en Benito Juárez. Cancún atrae a millones de visitantes anualmente gracias a sus playas, infraestructura hotelera y opciones de entretenimiento. La ciudad cuenta con más de 180 hoteles y una amplia oferta de restaurantes y actividades recreativas. Además, el Aeropuerto Internacional de Cancún facilita la llegada de turistas nacionales e internacionales.

Comercio y Servicios: El crecimiento turístico ha impulsado el desarrollo del comercio y los servicios en el municipio. Esto incluye desde tiendas y centros comerciales hasta servicios de transporte, agencias de viajes y actividades recreativas. El sector terciario representa más del 90% de la actividad económica del municipio.

Construcción: La expansión urbana y turística ha generado una demanda constante en el sector de la construcción. Se desarrollan proyectos de infraestructura hotelera, residencial y comercial para satisfacer las necesidades de la población y los visitantes.

Pesca: Aunque en menor escala, la pesca sigue siendo una actividad económica en áreas como Puerto Juárez. Las capturas incluyen especies como langosta, camarón y caracol, que se comercializan localmente y en algunos casos se exportan.

Problemática Ambiental Detectada en el Área de Influencia del Proyecto

El proyecto de instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa (POI), una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), así como los pozos de captación, inyección y absorción correspondientes, se ubicará en dos polígonos al interior del predio del desarrollo inmobiliario “Aldea Nizuc”, anteriormente denominado “Puerto Nizuc”, localizado en el Lote 3, Manzana 61, sobre el Boulevard Kukulcán, en Cancún, Quintana Roo. Este desarrollo cuenta con autorización condicionada por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), mediante el resolutivo No. 04/SGA/1074/06 emitido en octubre de 2006, así como sus modificaciones otorgadas a través de los oficios No. 04/SGA/1899/2021 y 04/SGA/1691/2025

El área específica del proyecto ya ha sido intervenida previamente como parte del acondicionamiento general del desarrollo autorizado. Los polígonos seleccionados fueron definidos como zonas de infraestructura técnica dentro del plan maestro de “Aldea Nizuc”, lo cual garantiza que su uso fue considerado desde el origen del proyecto madre y que no existe vegetación natural o elementos ambientales relevantes que puedan verse afectados por esta acción.

Por tanto, no se prevé ninguna afectación directa a ecosistemas, vegetación natural, cuerpos de agua, ni a procesos ecológicos clave. Asimismo, no se contempla la remoción de vegetación, apertura de caminos, ni modificación del uso de suelo, ya que dichas acciones fueron evaluadas y aprobadas previamente para el conjunto del desarrollo inmobiliario en cuestión.

En términos operativos, tanto la POI como la PTAR han sido diseñadas para ocupar superficies reducidas, con procesos constructivos controlados y de corta duración. La instalación se limitará al montaje de equipos, conexión de sistemas eléctricos e hidráulicos y

la integración funcional de la infraestructura al sistema general del proyecto. Estas acciones no requerirán obras de gran impacto, excavaciones extensas ni cimentaciones profundas que pudieran generar afectaciones significativas al entorno.

En resumen, no se identifica una problemática ambiental relevante en el área de influencia del proyecto, debido a que este se desarrollará en zonas previamente destinadas y autorizadas para infraestructura de servicios dentro de un marco legal y ambiental ya validado por la autoridad competente. Esta condición refuerza la viabilidad del proyecto y garantiza su compatibilidad con la normativa ambiental vigente.

V. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 13, fracción V, del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en el presente capítulo se establece la identificación y descripción de los impactos ambientales asociados al proyecto, considerando principalmente las etapas de instalación y operación.

El análisis se enfoca en las actividades relacionadas con la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa (POI), una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), así como de los pozos de captación, rechazo y absorción que conforman el sistema hídrico técnico del proyecto. Estas infraestructuras se pretenden desarrollar en dos polígonos específicos del Lote 3, Manzana 6, dentro del predio en construcción del proyecto autorizado “Aldea Nizuc”, antes denominado “Puerto Nizuc”, el cual ya cuenta con resolución en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT.

Es importante destacar que el proyecto se desarrollará únicamente dentro de áreas previamente destinadas y autorizadas para servicios, conforme al proyecto que contiene al presentre, esto es, Aldea Nizuc. Por tanto, no se contempla el desmonte, despalme, remoción de vegetación ni afectación a ecosistemas naturales, ya que se trata de un sitio previamente acondicionado. Bajo esta premisa, la evaluación de los impactos ambientales se centrará en los efectos derivados del proceso de instalación física de la infraestructura y su posterior funcionamiento operativo, tomando en cuenta criterios de magnitud, duración, temporalidad, reversibilidad y afectación al entorno”.

Esta valoración del impacto ambiental se basa en la obtención de información que permite identificar, describir y minimizar los impactos ambientales que podrían ocurrir durante las etapas del proyecto. A lo largo de este apartado, se describe la metodología utilizada para la determinación y estimación de dichos impactos, con el entendimiento de que los resultados y su análisis son definidos tanto cuantitativa como cualitativamente.

La valoración de esta aproximación se realiza utilizando métodos aceptados que permiten la caracterización de los impactos, la definición de las acciones y la enunciación del factor ambiental potencialmente receptor. Este enfoque se aplica valorando las distintas etapas de las actividades propuestas en relación con el entorno, considerando en todo momento los aspectos físicos, abióticos y sociales del medio circundante.

La identificación de los efectos o alteraciones significativas que pueden producirse se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Identificación de los factores ambientales del medio que pueden ser afectados.
- Cruce de la información para detectar los impactos potenciales y expresarlos en forma de matriz.

Tabla V-1 Identificación de los factores ambientales del medio que pueden ser afectados.

FACTORES AMBIENTALES			
SUBSISTEMA FÍSICO NATURAL	MEDIO INERTE	AIRE	CALIDAD DEL AIRE
			CONFORT SONORO
		AGUA	CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES
			CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE INTRÍNSECO	UNIDADES DE PAISAJE
		INCIDENCIA VISUAL	INCIDENCIA VISUAL
SUBSISTEMA POBLACIÓN Y ACTIVIDADES	USOS DEL SUELO	USOS DEL SUELO	APROVECHAMIENTOS
	ECONOMÍA	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	A.E. AFECTADAS
			A.E. INDUCIDAS
SISTEMA POBLAMIENTO	INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS	INFRAESTRUCTURA VARIA	ACCESIBILIDAD
			FUNCIONAMIENTO
		INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA	ABASTECIMIENTO
			SANEAMIENTO
	ESTRUCTURA	ESTRUCTURA ESPACIAL DE NÚCLEOS	ESTRUCTURA TERRITORIAL DEL MUNICIPIO

Tabla V-2 Identificación de acciones susceptibles de generar repercusiones ambientales negativas

ETAPA DE INSTALACIÓN	Equipos	INTRODUCCIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA
	Instalación	CIRCULACIÓN/FUNCIONAMIENTO DE LOS PROCESOS Y OTROS
		EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y RESIDUOS SÓLIDOS
ETAPA DE OPERACIÓN	Proceso de ósmosis	RECHAZO LÍQUIDOS

V.2 Método utilizado para la identificación de impactos

La identificación de impactos se realizó considerando el medio y los factores que afectan el proyecto, con este sistema ambiental como receptor de las acciones necesarias para las fases del proyecto: *instalación y operación*.

La dimensión ambiental en la que se establece esta MIA-P deriva de un análisis de los aspectos naturales y componentes humanos que podrían resultar en contaminación del aire,

agua y suelo, presencia de residuos, valor paisajístico y posibles impactos sobre la salud de las personas. En este contexto, la precisa delimitación del ambiente permite a este instrumento validar el cumplimiento de las políticas ambientales y asegurar que estas se incorporen en el proceso del proyecto y en la toma de decisiones correspondientes.

Los impactos diferenciados según el tipo de lugar donde ocurren requieren medidas de protección también diferenciadas. En el caso de este proyecto, el ambiente en el que se inserta es de tipo natural con dotación de servicios. Además, antes de la valoración de impactos, se infiere que las medidas deben orientarse a evitar daños y a mantener las características de naturalidad del entorno.

La valoración cuantitativa del impacto ambiental implica la conversión de medidas de impacto expresadas en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y la suma ponderada de estos para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que presumiblemente serán impactados, se construye una valoración para cada uno de los impactos identificados, determinando su valor de importancia. Esta valoración se presenta y describe para cada impacto identificado, permitiendo obtener valoraciones cualitativas y cuantitativas de los impactos ambientales.

Basándose en la valoración de importancia del proyecto, se construyó la “Matriz Depurada de Impactos”. Los impactos identificados se evaluaron de acuerdo con los siguientes criterios: carácter del impacto, intensidad del impacto, momento, recuperabilidad, periodicidad, extensión, reversibilidad y persistencia. Estos criterios se describen en la tabla anexa denominada índice de incidencia.

A continuación, se procede a la clasificación del impacto en función de los intervalos antes descritos en la Matriz Depurada de Impacto. Los resultados permiten la descripción de los impactos sobre cada factor potencialmente afectado.

- Valores de importancia

Los resultados de la valoración se calculan en función de los criterios adoptados y del factor ambiental potencialmente receptor del impacto. Los valores muestran signos negativos cuando el impacto es considerado desfavorable y positivos cuando se juzga favorable.
Del Valor de Importancia (IM), resultante de la evaluación cualitativa y cuantitativa, se obtiene información que permite catalogar el impacto como despreciable, moderado, crítico o severo. El IM es la base para elaborar la matriz depurada de impactos y se expresa en las tablas de cada impacto identificado y valorado.

Uno de los criterios que proporciona información para clasificar cualitativamente los impactos ambientales evaluados es la importancia del efecto (IM). Los impactos se clasificarán como despreciables si el valor es menor o igual a 25; moderados si el valor es mayor a 25 y menor o igual a 50; y severos cuando el valor es mayor a 50 y menor a 75. La naturaleza del impacto, es decir, si es benéfico o perjudicial, se indica con los símbolos + o – respectivamente.

Lo anteriormente mencionado se expresa numéricamente de la siguiente manera:

IM = ± [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]

Donde:

Criterio	Descripción	Valores del criterio
I	Intensidad	(1) Baja (2) Media (4) Alta (8) Muy alta (12) Total
EX	Extensión	(1) Puntual (2) Parcial (4) Extenso (8) Total
PE	Persistencia	(1) Fugaz (< 1 año) (2) Temporal (de 1 a 10 años). (4) Permanente (> 10 años).
EF	Efecto	(4) Directo o primario (1) Indirecto o secundario
MO	Momento	1) Largo plazo (2) Mediano Plazo (4) Corto Plazo
MC	Recuperabilidad	(1) Recuperable de inmediato (2) Recuperable a mediano plazo (4) Mitigable (8) Irrecuperable
RV	Reversibilidad	(1) Corto plazo (2) Mediano plazo (4) Irreversible
PR	Periodicidad	(1) Irregular (2) Periódica (4) Continua

Posteriormente, se procede a la clasificación del impacto según los intervalos previamente descritos en la Matriz Depurada de Impacto. Los resultados obtenidos permiten la descripción detallada de los impactos sobre el factor potencialmente afectado.

A) Descripción y Valor de Importancia de los Impactos Identificados

ATMÓSFERA

- *Alteración de la calidad del aire como consecuencia de las actividades de instalación y perforación de los pozos.*

Uno de los efectos ambientales asociados a la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) puede ser generado por la circulación de maquinaria y las maniobras necesarias para la instalación de bombas, tanques, equipos en general, filtros e instalaciones eléctricas e hidráulicas. Además, la

operación de maquinaria y equipo, así como el transporte, pueden producir emisiones de humos de combustión y la suspensión de partículas finas en la atmósfera.

- *Disminución de la calidad del aire debido al ruido y a la suspensión de diversas partículas en el aire.*

Aunque estas emisiones se consideran de baja intensidad, localizadas y limitadas a las horas laborales, la calidad del aire se recuperará una vez finalizadas las actividades de instalación. Por lo tanto, el impacto en la atmósfera se evalúa como negativo con la siguiente valoración:

- *Naturaleza del impacto* (S): Negativo, ya que afecta la calidad del aire en el sitio de trabajo y, en menor medida, en su área de influencia.
- *Intensidad del impacto (I)*: 1. La afectación se estima mínima, dado que las emisiones y ruidos se producen de manera intermitente durante el uso de maquinaria y equipo.
- *Extensión del impacto* (E): 1. La extensión es puntual, ocurriendo únicamente en el área de trabajo.
- *Momento del impacto* (MO): 4. El momento es corto, finalizando cuando el equipo está instalado.
- *Persistencia* (PE): 1. No se considera persistente, ya que la instalación dura menos de un año.
- *Efecto* (EF): 4. El efecto en la atmósfera es directo.
- *Recuperabilidad* (MC): 1. Es recuperable de inmediato, considerando que las emisiones a la atmósfera son mínimas.
- *Reversibilidad* (RV): 1. Reversible al finalizar las instalaciones, con una recuperación inmediata.
- *Periodicidad* (PR): 1. Se considera irregular y la calidad del aire se recuperará inmediatamente una vez que las actividades concluyan.

Con la información anterior se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia:

$$\mathbf{IM = - [3(1) + 2(1) + 1 + 1 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1] =- 19}$$

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación NEGATIVO DESPRECIABLE (D), ya que es menor que 25.

AGUA E HIDROLOGÍA

- *Impacto ambiental sobre la calidad y disponibilidad del agua debido a la instalación y operación de la Planta de Ósmosis Inversa y la Planta de Tratamiento de Aguas*

Residuales, incluyendo la construcción de 2 pozos de aprovechamiento, uno de rechazo y uno de absorción, así como la instalación de equipos y maquinaria estanques, filtros, bombas y el aprovechamiento y transformación de agua para su uso.

- *Vertimientos accidentales de sustancias contaminantes pueden provocar cambios negativos en las propiedades y calidad del agua superficial y del acuífero. La extracción y transformación de agua para uso puede afectar la disponibilidad de agua.*

Descripción:

Durante la etapa de instalación, se prevé el uso de maquinaria y equipo para la construcción de dos pozos de captación, un pozo de rechazo para la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y un pozo de absorción para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), así como la instalación de ambas plantas. En esta fase podrían producirse derrames accidentales de combustibles, aceites u otras sustancias derivadas del manejo inadecuado de maquinaria, lo cual podría afectar negativamente la calidad del agua subterránea si no se implementan medidas de prevención y contención adecuadas.

Durante la operación del proyecto, se contempla el aprovechamiento de 4,500 m^3/día de agua salobre mediante la POI. A través del proceso de ósmosis inversa, se obtendrán 2,000 m^3/día de agua potable, con un rechazo de 2,500 m^3/día (salmuera), que será conducido a un pozo de rechazo de 40 metros de profundidad diseñado para este propósito. Esta disposición cumplirá con la obtención de título de descarga emitido por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y se ajustará a la normativa correspondiente, garantizando una disposición segura al acuífero profundo.

Los parámetros del agua rechazada indican una salinidad de 31,000 ppm, un pH de 8.0 a 8.2, y una carga de sólidos disueltos totales entre 4,350 y 6,000 mg/l, lo que representa una variación tolerable respecto a los valores del acuífero, especialmente considerando que estos serán vertidos en un cuerpo profundo de alta movilidad, permitiendo una rápida dilución y dispersión.

Por su parte, la PTAR tratará únicamente las aguas residuales generadas por el desarrollo Aldea Nizuc, cumpliendo con los límites establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-2021, utilizando un pozo de absorción de 100 metros de profundidad. Los valores del agua tratada, tales como DBO5 (<20 mg/L), DQO (<60 mg/L), SST (<30 mg/L), Nitrógeno Total (<15 mg/L) y Fósforo Total (<5 mg/L), garantizan un cumplimiento ambiental, minimizando el riesgo de afectación a la calidad del acuífero.

Adicionalmente, los estudios geohidrológicos realizados en el predio indican que el flujo del acuífero varía entre 181 y 384 L/s, con una velocidad de desplazamiento promedio entre 1.3 y 1.5 L/s/m lineal del acuífero arrecifal. Esta alta movilidad natural contribuye a la rápida restitución del recurso y a la efectiva dispersión de los vertimientos, minimizando la posibilidad de afectaciones acumulativas.

En consecuencia, la disponibilidad del recurso hídrico no se verá comprometida, y tanto el aprovechamiento como la disposición de agua cumplen con los estándares técnicos y normativos vigentes, promoviendo una gestión sustentable del recurso en el desarrollo.

A continuación, se presenta las siguientes tablas para ilustrar estos datos, las cuales se presentaron en el Capítulo II, al describir los procesos que se efectuarán en la POI y la PTAR:

Tabla V-3 Parámetros involucrados en el proceso de la POI

Parámetros	Agua cruda	Agua producto	Agua rechazo	Anotación
Caudal (m^3/d)	4,500	2,000	2,500	El volumen de agua aprovechable en la península de Yucatán está establecido por el Consejo de Cuenca en 12,750 millones de m^3 anuales. El aprovechamiento requerido para el proceso de desalación de agua salobre, a fin de obtener agua potable mediante ósmosis inversa, es de 876,000 m^3 anuales.
Temperatura (°C)	26.6 a 29	27 a 28	28-31	La temperatura de vertimiento es igual o 3 °C por arriba del agua de aprovechamiento.
Sólidos disueltos totales (mg/l)	3,000 a 4,000	250	4,350 a 6,000	Los sólidos disueltos totales estarán, en el punto de descarga, entre 350 y 2000 mg/l por arriba del parámetro natural. La situación será asimilada en una rápida dilución en el acuífero profundo.
Oxígeno disuelto (mg/l)	3 a 4	3 a 4	3 a 4	El oxígeno disuelto no presenta variaciones
pH	7.65 a 7.8	6.5 a 8.0	8.0 a 8.2	El pH presenta una variación hacia la alcalinidad mínima que va de .35 a .55
Salinidad (PPM)	36,000	500 a 250	31.000	El agua vertida es menos salina que la existente en el freático profundo. De esto se espera, al igual que para los Sólidos disueltos totales, una rápida dilución.

Tabla V-4 Parámetros del efluente a obtener por los procesos de a PTAR

Parámetros	Agua Influente	Agua tratada
DBO5:	350	< 20 mg/L
DQO:	700	< 60 mg/L
SST:	200	< 30 mg/L
Nitrógeno total:	60	< 15 mg/L
Fósforo total:	10	< 5 mg/L
Grasas y aceites:	60	< 15 mg/L
Coliformes fecales:	240 NMP/100 ml	< 250 NMP/100 ml

El impacto ambiental derivado de las actividades de potabilización mediante ósmosis inversa (POI) y de tratamiento de aguas residuales con infiltración al subsuelo (PTAR) ha sido evaluado de forma diferenciada y complementaria, generando los siguientes resultados:

- *Por la operación integrada de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), que permite la potabilización de agua salobre y el tratamiento e infiltración de aguas residuales tratadas al subsuelo, asegurando la autosuficiencia hídrica del desarrollo "Aldea Nizuc", así como el cumplimiento de la normatividad ambiental en materia de calidad del agua y saneamiento:*

Naturaleza del impacto (S): + Se considera positivo, ya que:

- En el caso de la POI, permite la producción local de agua potable a partir de agua salobre, lo cual garantiza un suministro independiente y constante de agua de alta calidad para todo el desarrollo "Aldea Nizuc", evitando presión sobre la red pública.

- En el caso de la PTAR, se asegura el tratamiento adecuado de las aguas residuales generadas en el desarrollo antes de su infiltración al subsuelo, cumpliendo con los parámetros establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-2021, evitando afectaciones al acuífero y cerrando el ciclo del agua de forma responsable y sostenible.

Intensidad del impacto (I): **4**. El beneficio para el desarrollo es significativo, ya que garantiza autosuficiencia hídrica, eficiencia operativa, menor deterioro de infraestructura hidráulica (por calidad del agua) y cumplimiento ambiental.

Extensión del impacto (Ex): **8**. Tanto el suministro de agua potable como el tratamiento de aguas residuales impactan positivamente al 100% del complejo inmobiliario, beneficiando su funcionamiento integral.

Momento del impacto (MO): **4**. Corto plazo. Ambos beneficios (potabilización y tratamiento) se manifiestan de inmediato con el inicio de la operación de ambas plantas, mejorando al instante la calidad del agua disponible y evitando descargas sin trata.

Persistencia (PE): **4**, Permanente. El impacto se mantiene a lo largo del tiempo mientras opere el desarrollo. Dado que se contempla una vida útil prolongada de las plantas, el beneficio es continuo y permanente.

Efecto (EF): **4**. Es directo, ya que:

- En la POI, la mejora de la calidad del agua es directa y medible en los parámetros fisicoquímicos del agua entregada.

- En la PTAR, la disminución de contaminantes en el efluente tratado es directa respecto al agua residual influente, protegiendo así al acuífero.

Recuperabilidad (MC): 1. Es recuperable de inmediato. Si alguna de las plantas deja de operar, se puede regresar rápidamente al estado anterior de suministro o tratamiento mediante conexión alternativa o cese del servicio.

Reversibilidad (RV): 1. La reversión del efecto positivo se daría rápidamente al dejar de operar cualquiera de las plantas, volviendo a una situación de dependencia externa o mayor carga contaminante.

Periodicidad (PR): 2. Ambos procesos son recurrentes. Se repiten durante toda la operación del desarrollo: la POI diariamente potabiliza agua, y la PTAR trata diariamente el volumen generado de aguas residuales.

Conclusión: El impacto causado por la actividad de potabilización de agua salobre mediante ósmosis inversa y el tratamiento e infiltración de aguas residuales mediante una PTAR al interior del desarrollo autorizado "Aldea Nizuc", se considera positivo y significativo, beneficiando de manera directa, total y permanente al funcionamiento sustentable del desarrollo inmobiliario, al proveer autosuficiencia hídrica, tratamiento adecuado de efluentes y disminución de la presión sobre la red pública y el acuífero.

Con la información anterior se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia:

IM = + [3(4) + 2(8) + 4 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 2] = +53

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación POSITIVO SEVERO (D) POR SER 53 MAYOR QUE 50 Y MENOR QUE 75

- *Por cambios en la calidad del agua subterránea profunda derivados de la descarga del efluente (salmuera) generado por la Planta de Ósmosis Inversa (POI) a través de un pozo de rechazo:*

Este impacto hace referencia al vertimiento del agua residual con alta concentración salina (≈31,000 ppm) producto del proceso de ósmosis inversa. El agua salobre extraída (≈36,000 ppm) se procesa para generar agua potable de calidad, y el excedente (rechazo) es inyectado en un pozo de rechazo que descarga al acuífero profundo costero, específicamente en una zona comprendida entre los 40 metros de profundidad, conforme al diseño aprobado.

La ubicación y diseño del pozo de rechazo se basa en estudios geohidrológicos que demuestran que la zona de descarga presenta características de elevada salinidad natural y una dinámica subterránea que permite la rápida dilución del efluente sin riesgo de ascenso a capas de agua dulce o interferencia con aprovechamientos existentes. Esta condición, sumada al volumen de descarga autorizado ya la velocidad de flujo del acuífero (entre 181 y 384 L/s), contribuye a que el vertimiento no cause impactos negativos significativos sobre la calidad o disponibilidad del agua subterránea en el área de influencia del proyecto.

Las medidas de diseño, profundidad y monitoreo continuo del sistema de rechazo garantizan que el efluente no genere alteraciones sustanciales en la composición del acuífero, manteniendo las medidas de seguridad ambiental e hídrica del sistema.

Calidad del Agua: Se anticipan variaciones en la calidad del agua debido a cambios en la salinidad del efluente, lo que podría alterar las características químicas del agua subterránea del acuífero profundo (a -40 m).

Descripción:

Durante la operación del POI del proyecto "Aldea Nizuc", se generará un efluente de rechazo estimado en 3,000 m^3/día que será vertido mediante un pozo profundo de 40 metros, diseñado específicamente para evitar interferencia con el acuífero somero. Los parámetros fisicoquímicos del agua de rechazo son los siguientes:

Parámetros	Agua cruda	Agua producto	Agua rechazo
Caudal (m^3/d)	5,400	2,400	3,000
Temperatura (°C)	26.6 a 29	27 a 28	28-31
Sólidos disueltos totales (mg/l)	3,000 a 4,000	250	4,350 a 6,000
Oxígeno disuelto (mg/l)	3 a 4	3 a 4	3 a 4
pH	7.65 a 7.8	6.5 a 7.5	7.0 a 8.0
Salinidad (PPM)	37,500	500	55,000

El análisis muestra que el agua de rechazo tiene mayor contenido de ventas respecto al agua de origen, sin embargo, al ser descargada en un acuífero profundo de alta movilidad hidráulica (flujo de 181 a 384 L/s), se espera una rápida dilución, evitando acumulación o afectación significativa en la calidad del agua.

El volumen descargado representa una fracción mínima comparada con el volumen medio disponible en la Península de Yucatán, que asciende a 12,750 millones de m^3/año, según el Consejo de Cuenca.

Considerando que el contenido de sólidos disueltos en el agua a profundidades de 40 y 80 metros puede ser de aproximadamente 36,000 mg/L, el impacto del vertimiento en el acuífero es insignificante. Es importante tener en cuenta que el acuífero de la Península de Yucatán abarca una superficie de 144,970 km^2, con un volumen medio anual de agua escurrida de 4,300 millones de m^3 y una recarga anual de 54,350 millones de m^3. Después de descontar las descargas para mantener el equilibrio del sistema, se dispone de un volumen medio anual de 12,750 millones[4] de m^3.

La temperatura y el pH del agua se mantienen estables y neutros, similares a las condiciones naturales de los acuíferos kársticos, con un contenido de coliformes generalmente de 0 (cero).

Por lo tanto, el impacto ambiental del vertimiento es considerado despreciable conforme a la siguiente valoración:

[4] Unidad de Programas Rurales y Participación Social. Coordinación de Consejos de Cuenca. Gerencia Regional Península de Yucatán

Naturaleza del impacto (S)= **-** Se considera negativo por tratarse de una modificación localizada en el acuífero profundo.

Intensidad del impacto (I) **= 1**. La afectación es mínima, ya que no hay impacto sobre el acuífero superficial y corresponde a una porción reducida del acuífero profundo.

Extensión del impacto (EX)= **1**. La extensión es puntual, ocurriendo únicamente en el área de descarga.

Momento del impacto (MO)= **4**. El efecto se manifiesta de inmediato al momento de la descarga.

Persistencia (PE)= **4**. La persistencia está programada para la vida útil del desarrollo inmobiliario, estimado en más de 50 años.

Efecto (EF)= **4**. El vertimiento de salmuera en los pozos profundos tendrá una incidencia inmediata en la concentración de sales en el punto de descarga.

Recuperabilidad (MC)= **1**. Recuperable de inmediato. Dada la magnitud del acuífero profundo, las condiciones en los puntos de descarga se restablecen rápidamente al cesar el vertimiento de salmuera.

Reversibilidad (RV)= **1**. Al cancelar la descarga de salmuera, las condiciones originales del acuífero se restauran en menos de un año.

Periodicidad (PR)= **2**. El efecto es regular en el tiempo, ocurriendo periódicamente con las descargas de salmuera.

Con la información anterior se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia:

$$\mathbf{IM = - [3(1) + 2(1) + 1 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 2] =- 23}$$

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación NEGATIVO DESPRECIABLE (D) POR SER MENOR QUE 25

- *Por la infiltración del efluente tratado al subsuelo mediante pozo de absorción*

Durante la operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), el efluente resultante del tratamiento será infiltrado al subsuelo mediante un pozo de absorción con una profundidad de 100 metros. Esta actividad, aunque se realiza cumpliendo con los parámetros establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-2021, representa una modificación directa en la calidad fisicoquímica del cuerpo receptor (acuífero profundo), por lo que es necesario evaluarlo como un impacto ambiental.

El agua tratada se somete a procesos biológicos y fisicoquímicos que aseguran su depuración, y los valores esperados en el efluente se mantienen dentro de los límites permisibles para infiltración al subsuelo. Sin embargo, al ser un sistema abierto al ambiente,

la descarga implica una interacción directa con el medio subterráneo, lo que puede modificar sus condiciones naturales a largo plazo.

Naturaleza del impacto (S): Negativo **(-)**. Se estima negativo porque aunque el efluente cumple con la norma, representa una alteración directa al sistema acuífero.

Intensidad del impacto (I): **3**. La afectación se considera perceptible pero no severo, dada la calidad del tratamiento.

Extensión del impacto (EX): **5**. La extensión es puntual, se da en el punto de infiltración y su entorno inmediato.

Momento del impacto (MO): **3**. El impacto se manifiesta de inmediato al momento de la operación de la PTAR.

Persistencia (PE): **3**. Se mantendrá mientras continúa el vertido.

Efecto (EF): **4**. El efecto es directo sobre el subsuelo.

Recuperabilidad (MC): **2**. La recuperación es inmediata si cesa la descarga.

Reversibilidad (RV): **2**. El impacto es reversible a mediano plazo, al cesar la descarga.

Periodicidad (PR): **4**. El impacto será continua durante toda la operación de la PTAR.

Con la información anterior, se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia para determinar el impacto total.

$$IM = - [3(3) + 2(5) + 3 + 3 + 4 + 3 + 2 + 2 + 4] =- 40$$

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación NEGATIVO MODERADO (M) POR SER MAYOR QUE 25 Y MENOR O IGUAL A 50

CONCLUSIONES

A partir de la identificación y valoración de los impactos ambientales detectados en el desarrollo de las obras y actividades del proyecto, se puede concluir que esta acción permite al desarrollo ser autosuficiente en el manejo de sus aguas residuales, al cumplir con los parámetros establecidos por la legislación ambiental, minimizando la presión sobre la red pública y favoreciendo la sustentabilidad del proyecto en términos hídricos y sanitarios.

- *Disponibilidad del agua por aprovechamiento de agua salobre para los procesos de la ósmosis*

Durante la operación del proyecto, se contempla el aprovechamiento de agua salobre a través de un pozo de captación de 40 metros de profundidad, con una extracción estimada en 5.400 m^3/día (equivalente a 1.971.000 m^3/año). Esta agua será transformada en agua potable

mediante el proceso de ósmosis inversa en el POI, y abastecerá únicamente al desarrollo Aldea Nizuc.

Aunque el volumen de extracción puede parecer significativo, al contrastarse con el volumen medio anual disponible del acuífero costero profundo en la Península de Yucatán —estimado en 12,750 millones de m^3 según el Consejo de Cuenca— se concluye que el aprovechamiento representa apenas el 0.0154% del total anual, lo que no compromete la disponibilidad general del recurso.

Además, el flujo del acuífero profundo en la zona se ha estimado entre 181 y 384 L/s , garantizando una alta movilidad hidráulica que favorece la rápida reposición del recurso. El aprovechamiento contará con concesión autorizada por la CONAGUA, lo que respalda su legalidad y sostenibilidad

Naturaleza del impacto (S): Negativo **(-).** Se estima negativo porque, aunque controlado, corresponde a la disminución del recurso, afectando únicamente el punto de extracción sobre el acuífero profundo.

Intensidad del impacto (I): **1**. La afectación se considera mínima ya que no hay impacto significativo ni al acuífero somero ni al acuífero profundo.

Extensión del impacto (EX): **1**. La extensión es puntual, ocurriendo únicamente en el área de aprovechamiento.

Momento del impacto (MO): **4**. El impacto se manifiesta de inmediato al momento de la extracción del recurso.

Persistencia (PE): **4**. La extracción está programada para la vida útil del desarrollo inmobiliario, el cual cuenta con la concesión para la extracción del recurso.

Efecto (EF): **4**. Directo; l disminución del recurso se manifiesta de manera inmediata con el volumen diario extraído.

Recuperabilidad (MC): **1**. La recuperación es inmediata debido a la disponibilidad del recurso.

Reversibilidad (RV): **1**. El impacto es reversible al dejar de aprovechar el recurso.

Periodicidad (PR): **2**. El impacto ocurre periódicamente al momento de la extracción del recurso.

Con la información anterior, se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia para determinar el impacto total.

$$\mathbf{IM = - [3(1) + 2(1) + 1 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 2] =- 23}$$

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación NEGATIVO DESPRECIABLE (D) POR SER MENOR QUE 25

CONCLUSIONES

A partir de la identificación y valoración de los impactos ambientales detectados en el desarrollo de las obras y actividades del proyecto, se puede concluir lo siguiente:

1. Valoración Ambiental del Acuífero: La evaluación considera las propiedades del acuífero y la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa. Los resultados indican que el vertimiento puntual del efluente con mayor concentración de sales al acuífero profundo no genera un impacto ambiental de alta magnitud.

2. Impactos Ambientales Negativos: De los parámetros estudiados y contrastados, se determinó que los impactos ambientales negativos identificados son despreciables. En la mayoría de los casos, el factor ambiental se recupera a condiciones iniciales al concluir las obras y actividades.

3. Viabilidad del Proyecto: En términos ambientales, el proyecto se califica como viable. No representa riesgos para poblaciones de especies protegidas, no implica la fragmentación de un ecosistema y no conlleva riesgos para la salud humana.

4. Principio de Precaución: A pesar de existir cierta incertidumbre sobre los impactos, esta es mínima. Para minimizar cualquier posible fluctuación, el proyecto adopta el principio de precaución, proponiendo medidas incluso para impactos de dudosa realidad o mínima magnitud.

En conclusión, el proyecto es ambientalmente viable y cumple con los estándares necesarios para su implementación sin causar perjuicios significativos al entorno natural o a la salud humana.

VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN PARA CADA UNO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.

VI.1 Generales

Las estrategias para prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos derivados del proyecto han sido consideradas en cada fase del proceso. Estas estrategias incluyen elementos diseñados para reducir riesgos ambientales y son dirigidas hacia los agentes causales de impacto con el objetivo de mejorar la homeostasis y resiliencia del medio receptor o paliar los efectos de la intervención una vez producidos (Gómez Orea, 2003).

Las medidas se aplican según su carácter e importancia en relación con el impacto, y se definen de la siguiente manera:

Preventiva (P): Conjunto de actividades o disposiciones anticipadas para suprimir o eliminar los impactos negativos que pudieran afectar un determinado recurso o atributo ambiental.

Mitigación (M): Conjunto de acciones propuestas para reducir o atenuar los impactos ambientales negativos.

En este capítulo, se plantean medidas orientadas a reducir oportunamente los impactos negativos, permitiendo:

a) Evitar completamente el impacto al no desarrollar una determinada acción.

b) Disminuir los impactos limitando el grado o magnitud de la acción y su implementación.

c) Rectificar el impacto al reparar, rehabilitar o restituir la calidad ambiental del factor afectado.

d) Reducir o eliminar el impacto mediante operaciones de conservación y mantenimiento.

Estas medidas aseguran que las acciones del proyecto se realicen de manera sostenible y con el menor impacto ambiental posible, garantizando la protección y preservación del entorno.

VI.2 Criterios para la adopción de Medidas.

Las medidas adoptadas para mitigar los impactos potenciales identificados se basan en los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica: Contextualizada en las condiciones ambientales del entorno en el que se llevará a cabo la actuación.
- Eficacia: Capacidad estimada de la medida para alcanzar los objetivos propuestos.

- **Eficiencia**: Relación entre los objetivos alcanzados y los recursos necesarios para lograrlos.
- **Viabilidad económica**: Evaluación de los costos de las medidas en relación con el presupuesto total de la actuación.
- **Aptitud de implementación, mantenimiento, seguimiento y control**: Capacidad de aplicar y sostener las medidas a lo largo del tiempo.

VI.3 Valoración de Impactos

Del análisis realizado en el Capítulo V de esta Manifestación de Impacto Ambiental, se concluye que la instalación y operación del presente proyecto —que comprende la Planta de Ósmosis Inversa (POI), la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y sus respectivos pozos de captación, rechazo y absorción— no generarán impactos ambientales severos ni comprometerán especies de flora o fauna silvestre, dado que la zona ya ha sido previamente impactada, evaluada y autorizada como parte del desarrollo inmobiliario Aldea Nizuc, según lo establecido por la autoridad ambiental competente.

Los impactos ambientales negativos identificados en este MIA-P han sido clasificados principalmente como despreciables y moderados, sin presencia de impactos.

VI.4 Medidas propuestas

PREVENCIÓN

- **Atmósfera**

<table>
<tr><th colspan="3">Medidas de mitigación por alteración de la calidad del aire y confort sonoro como consecuencia de los procesos de perforación, instalación y operación del proyecto.</th></tr>
<tr><td>Factor: AIRE</td><td colspan="2">Emisión de partículas, polvo y gases contaminantes derivados del funcionamiento de maquinaria pesada, perforación de pozos, instalación de equipos electromecánicos (bombas, tanques, tuberías) y tránsito de vehículos para la instalación y operación de la POI y la PTAR.</td></tr>
<tr><td colspan="3"><table>
<tr><th>Fuente</th><th>Medida de Mitigación</th><th>Eficiencia</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Circulación y operación de vehículos y maquinaria durante la perforación de pozos y</td><td>Humedecer el terreno y materiales sueltos en zonas de maniobra.</td><td rowspan="3">Alta, mediante seguimiento y verificación documentación.</td></tr>
<tr><td>Apagar los equipos en reposo o sin uso.</td></tr>
<tr><td>Establecer y revisar las bitácoras de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria y bombas que se usen para la perforación.</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

trabajos de instalación.	Capacitar al personal y contratistas sobre medidas de control de emisiones	

Indicador: *No rebasar los límites permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas*.

NOM0-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada en el D.O.F. el 6 de marzo de 2007.

NOM-044-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.

NOM-045SEMARNAT-1996. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. Publicada en el D.O.F. del 22 de abril de 1997 (SEMARNAT, 2003).

NOM-050-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Necesidad de mantenimiento.	Permanente.
Control.	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes de mantenimiento

Medidas de prevención por los procesos de eliminación de gases disueltos.	
Factor: AIRE/AGUA	Impacto ambiental causado por la eliminación de gases disueltos, así como la estabilización del pH en el agua tratada, previo a la ósmosis inversa en el POI y previo a la descarga del efluente en la PTAR.

Fuente	Procedimientos	Eficiencia
Torres de desgasificación y pretratamiento en la POI y PTAR	- Mantenimiento periódico de las torres y sistemas de pretratamiento para asegurar su correcto funcionamiento. -Control automatizado de la concentración de gases disueltos, niveles de oxígeno y pH en el agua tratada y agua a infiltrar.	Alta. Basada en el mantenimiento continuo y sistemas de control automatizado asegurando la seguridad y eficiencia operativa.

Necesidad de mantenimiento	Permanente.
Control	Bitácora, control de gases, verificación de PH, análisis de eficiencia, revisión de equipos.

- Agua e Hidrología

Medidas de prevención por posible degradación del agua del acuífero profundo por patógenos y sustancias químicas.		
Factor: AGUA	Impacto ambiental causado al agua subterránea profunda derivado del aprovechamiento para potabilización en la POI, vertimiento del rechazo salino, e infiltración del efluente tratado por la PTAR.	
Fuente	**Procedimientos**	**Eficiencia**
Residuos peligrosos generados por maquinaria durante la instalación de pozos y operación de POI y PTAR	Mitigación de riesgos por derrames accidentales de aceites, combustibles y grasas. - Disposición conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 y manejo temporal en contenedores autorizados	Alta. Basada en el retiro de manejo de residuos su implementación y seguimiento.
Planta de Ósmosis Inversa	- Aprovechamiento conforme al título de concesión. - Instalación de pozo de monitoreo para verificar caudal y calidad del agua extraída.	Alta. Mediante monitoreo, control y cumplimiento normativo.
Pozos de rechazo (POI) y de absorción (PTAR)	- Uso de materiales de contención en zona de bocatomas. - Prohibición del uso de sustancias corrosivas, tóxicas o infecciosas. - Control automatizado de calidad del efluente conforme a la NOM-001-SEMARNAT-2021.	Alta. Al establecer protocolos de seguridad y sistemas de monitoreo para evitar infiltraciones contaminantes, se elimina la posibilidad de contaminación del acuífero profundo.
Necesidad de mantenimiento	Permanente.	
Control	Bitácoras operativas, análisis de calidad del agua (entrada y salida), informes de laboratorio, inspecciones visuales, monitoreo de parámetros (SST, DBO5, ventas, salinidad, pH).	

Medidas de prevención por la posible pérdida de los parámetros adecuados de la calidad del agua aprovechada.	
Factor: AGUA	Impacto ambiental causado por la posible alteración de la calidad del agua tratada, previo a su descarga al subsuelo, que puede afectar la integridad del acuífero profundo si no se asegura el cumplimiento normativo.

Fuente	Procedimientos	Eficiencia
Pozos de aprovechamiento de agua POI (calidad del agua)	- Monitoreo constante de parámetros de calidad del agua como pH, sólidos, disueltos totales, salinidad y otros contaminantes. - Instalación de sistemas de filtración y desinfección antes de la distribución. -Verificación constante del cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-2021.	Alta. Basada en el monitoreo y los sistemas de tratamiento que aseguran que el agua cumpla con los estándares de calidad para su uso.
Efluente tratado de la PTAR	-Aplicación de tratamientos biológicos y fisicoquímicos que reduzcan DBO5, DQO, SST, nutrientes y coliformes fecales. - Muestreos antes de la infiltración para asegurar que los parámetros estén dentro de norma.	Alta. Dada la implementación de tecnología adecuada, protocolos de tratamiento y verificación de calidad previos al vertimiento al subsuelo

Necesidad de mantenimiento	Permanente.
Control	Bitácora, monitoreo, reportes trimestrales, pruebas de laboratorio y análisis de calidad.

Medidas de prevención por la disponibilidad del agua por aprovechamiento.	
Factor: AGUA	Impacto ambiental causado por la disponibilidad requerida del agua por aprovechamiento para los procesos de ósmosis y el funcionamiento de la PTAR.

Fuente	Procedimientos	Eficiencia
Aprovechamiento del agua para ósmosis. (cantidad)	- Implementación de un sistema de extracción de agua subterránea con válvulas automáticas y controles de flujo para regular la cantidad de agua extraída. - Monitoreos constantes para garantizar que no se sobreexplote el recurso y se asegure la disponibilidad futura.	Alta. Basada en la regulación automatizada del volumen extraído, alineada con las concesiones autorizadas. Se garantiza la eficiencia del aprovechamiento sin poner en riesgo la disponibilidad futura.

	- Supervisión periódica del balance hídrico regional conforme a los límites establecidos por la CONAGUA	
Uso interno del agua tratada (PTAR)	- Diseño eficiente del sistema hidráulico del desarrollo Aldea Nizuc para maximizar el uso racional del agua tratada. - Reducción de consumo mediante tecnologías sanitarias de bajo flujo. - Monitoreo del caudal influente y tratado para evitar pérdidas o sobrecargas	Alta. Basada en eficiencia operativa y aprovechamiento total del volumen tratado. Permite cerrar el ciclo del agua en el desarrollo sin depender de la red pública
Necesidad de mantenimiento	Permanente.	
Control	Bitácora, sistema SCADA, monitoreo en tiempo real, auditorías semestrales, informes de extracción, análisis de recarga y visitas de inspección técnica	

Dichas medidas están orientadas a garantizar la protección del aire, el agua y la funcionalidad de los sistemas asociados al ciclo del agua, desde su extracción hasta su tratamiento y retorno al subsuelo.

La POI representa una medida clave de compensación hídrica, al permitir el abastecimiento autosuficiente de agua potable a partir del aprovechamiento responsable de acuíferos profundos mediante un sistema regulado, controlado y monitoreado en tiempo real. Esta acción evita presionar la infraestructura pública de suministro, al tiempo que garantiza el cumplimiento con los estándares de calidad internacional del agua producida.

Por su parte, la PTAR incorpora un sistema de tratamiento eficiente que asegura la correcta infiltración del efluente tratado, cumpliendo con los límites permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, sin riesgo de afectación al acuífero profundo. La disposición final del agua tratada se realizará mediante un pozo de absorción de 100 metros de profundidad, diseñado conforme a los criterios técnicos y geohidrológicos del sitio.

En conjunto, el sistema técnico propuesto para el manejo del agua —desde su captación, tratamiento, reúso y reintegración— se complementa con medidas preventivas como el mantenimiento permanente de las torres de desgaseificación, controles estrictos sobre residuos y sustancias, monitoreo de calidad del agua y sistemas automatizados de regulación del caudal.

Con ello, se contribuye al cumplimiento de los principios de la sostenibilidad hídrica, el uso racional del recurso y la reducción de impactos negativos sobre el medio ambiente, alineándose con los objetivos del Plan Maestro de Turismo Sustentable de Quintana Roo , la Agenda 2030 (ODS 6 y ODS 11) y los lineamientos del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún (PDUCPC)

MITIGACIÓN

<table>
<tr><td colspan="3">Medida de Mitigación por la operatividad de los pozos de rechazo que integran el sistema de la POI</td></tr>
<tr><td colspan="2">Factor: AGUA</td><td>Modificación en la calidad del agua subterránea profunda por la descarga continua de salmuera proveniente del proceso de ósmosis inversa.</td></tr>
<tr><td>Fuente</td><td>Procedimientos</td><td>Eficiencia</td></tr>
<tr><td>Pozos de rechazo y la salmuera</td><td>Descripción de la medida:
Implementación de un sistema de descarga de salmuera con monitoreo permanente en pozos profundos especialmente diseñado para evitar alteraciones en la calidad del acuífero. Se asegurará el cumplimiento con los títulos de descarga emitidos por CONAGUA.</td><td>Alta. La salmuera será inyectada a 40 m de profundidad, donde el acuífero presenta alta movilidad hidráulica (181 a 384 L/s), favoreciendo la rápida dilución de sólidos disueltos. El monitoreo constante antes y después de la descarga permitirá verificar que no haya alteraciones significativas en los parámetros fisicoquímicos del acuífero. La implementación del sistema especializado reduce el riesgo de acumulación y contaminación.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Se realizarán monitoreos constantes de la calidad del agua de rechazo y su efecto sobre el acuífero.

Consideraciones y ventajas medioambientales:
• Prevención de la contaminación superficial: La inyección de salmuera en pozos profundos evita que esta llegue a cuerpos de agua superficiales como ríos, lagos o el océano, reduciendo el riesgo de afectar la vida acuática y los ecosistemas marinos costeros.
• Control de salinidad en la zona de descarga: Inyectar la salmuera a profundidades controladas minimiza la posibilidad de que esta afecte los acuíferos cercanos utilizados para consumo o riego. Esto asegura que los niveles de salinidad se mantengan dentro de límites aceptables, evitando la contaminación de fuentes de agua dulce.
• Reducción de la acumulación de residuos en superficie: Este sistema permite una gestión más eficiente de los residuos líquidos, eliminando la necesidad de almacenamiento en superficie o el tratamiento complejo en plantas adicionales, lo que ahorra espacio y reduce los costos asociados a la gestión de residuos. Además, previene la saturación del suelo con sales, lo que podría causar deterioro en el largo plazo.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Necesidad de mantenimiento</td><td>Permanente.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Control</td><td>Bitácora operativa, Monitoreo de la calidad del agua, Inspecciones físicas, análisis de laboratorio.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3"><u>Medida de Mitigación</u> por la operatividad del pozo de absorción que integra el sistema de la PTAR</td></tr>
<tr><td colspan="2">Factor: AGUA</td><td>Modificación en la calidad del acuífero profundo por infiltración del efluente tratado a través de un pozo de absorción</td></tr>
<tr><td>Fuente</td><td>Procedimientos</td><td>Eficiencia</td></tr>
<tr><td>Pozo de absorción y efluente tratado</td><td>Descripción de la medida:
Diseño e implementación de un sistema de infiltración profunda mediante pozo de 100 metros de profundidad para la descarga del efluente tratado, asegurando el cumplimiento de los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 para disposición al suelo.
Instalación de dispositivos de control, muestreo y monitoreo del efluente antes del vertimiento.</td><td>Alta. El pozo de absorción se encuentra diseñado para descargar únicamente aguas residuales tratadas con parámetros dentro de norma. El sistema asegura la adecuada infiltración en un estrato profundo del subsuelo, evitando afectaciones al acuífero somero. La eficiencia es reforzada mediante monitoreos trimestrales del efluente, verificación del sistema de tratamiento y análisis de calidad del agua infiltrada</td></tr>
<tr><td colspan="3">Se realizarán monitoreos constantes de la calidad del agua de rechazo y su efecto sobre el acuífero.

Consideraciones y ventajas medioambientales:
• Aseguramiento de calidad del efluente: Cumplimiento estricto con los límites de DBO5, DQO, SST, nutrientes y coliformes, conforme a la NOM-001.
• Evita saturación superficial: la infiltración profunda previene escurrimientos superficiales o acumulaciones en áreas verdes.
• Sustentabilidad operativa: la PTAR permite el tratamiento in situ del agua generada por el desarrollo, reduciendo la carga sobre infraestructura municipal.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Necesidad de mantenimiento</td><td>Permanente.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Control</td><td>Bitácora operativa, informes de laboratorio, registros de mantenimiento, monitoreo de calidad del efluente y del acuífero recepto</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Medida de Mitigación por la Instalación y operación de una planta de ósmosis inversa.</th></tr>
<tr><td>Factor: AGUA</td><td>Generación de efectos sobre la disponibilidad y uso del recurso hídrico durante la fase de operación de la planta, así como riesgos asociados al manejo de agua salobre.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción de la medida:
La propuesta considera la instalación de una Planta de Ósmosis Inversa para proporcionar suministro de agua potable exclusivamente al desarrollo inmobiliario “Aldea Nizuc”, sin conexión con infraestructura pública. El sistema operará con una extracción de 5,400 m³/día de agua salobre, proveniente de dos pozos de aprovechamiento de 40 metros de profundidad, generando un volumen neto de 2,400 m³/día de agua potable, con un rendimiento de recuperación del 42–45%.
El POI será proporcionado por el proveedor HIDROAMBIENTE, y estará compuesto por los siguientes subsistemas:
• Decantación de areniscas
• Prefiltración
• Módulos de membranas de ósmosis inversa
• Módulo de recuperación de presión
• Bomba de alta presión y bomba de circulación auxiliar.
• Sistema de limpieza in situ (CIP)
• Tratamiento final y desinfección
• Sistema eléctrico y de control
• Torre de desgasificación
• Puertos de muestre
.

Consideraciones y ventajas medioambientales:
• Consumo energético reducido: La planta consume poca energía, y el tamaño compacto y reducido de los módulos, que pueden ser ubicados de forma subterránea, minimiza el impacto visual de las instalaciones.
• Integración en el entorno: Gracias a su fácil integración, los componentes generadores de ruido se instalan sobre amortiguadores bajo la estructura metálica y el concreto con aislamiento acústico para anular o minimizar su efecto.
• Uso limitado de productos químicos: Se utiliza una baja o nula cantidad de productos químicos en el proceso de producción de agua potable; garantizando seguridad operativa y reduciendo riesgos de contaminación.
• Sistema cerrado y autónomo: Al operar de forma independiente a la red pública, se elimina la carga a la infraestructura municipal y se mejora el equilibrio hídrico local.</td></tr>
<tr><td>Necesidad de mantenimiento</td><td>Permanente.</td></tr>
<tr><td>Control</td><td>Bitácora, Monitoreo, fotografías, Informes.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2"><u>Medida de Mitigación</u> por la Instalación y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y la infiltración de efluente al acuífero.</td></tr>
<tr><td>Factor: AGUA</td><td>Posible afectación a la calidad del agua subterránea por infiltración del efluente tratado que podría contener nutrientes, coliformes o variaciones de parámetros fisicoquímicos si no se controla adecuadamente.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción de la medida:
La PTAR instalada en el polígono de servicios del desarrollo Aldea Nizuc operará bajo un sistema técnico de tratamiento avanzado, diseñado para cumplir con los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, específicamente para infiltración en suelos a través de un pozo de absorción de 100 metros de profundidad.
El sistema contará con los siguientes módulos:
• Rejillas y pretratamiento
• Reactor biológico y digestivo aerobia
• Sedimentador secundario
• Desinfección por cloración o UV
• Cámaras de contacto
• Pozo de absorción con monitoreo
• Sistema de monitoreo en línea del efluente trata

Consideraciones y ventajas medioambientales:
• Cumplimiento estricto de la normatividad: La calidad del efluente será verificada antes de su vertimiento, garantizando que se encuentra por debajo de los límites permisibles de DBO5, DQO, SST, nutrientes y coliformes.
• Monitoreo en tiempo real: Se instalarán sensores de pH, conductividad, sólidos disueltos y flujo, asegurando un control continuo del proceso.
• Minimización de riesgo sanitario: Al tratarse de un sistema cerrado y profundo, se elimina la posibilidad de contacto con la población y se previene la infiltración no controlada.
• Reducción de carga contaminante: El efluente tratado no contendrá contaminantes orgánicos relevantes, aceites, ni grasas, evitando así procesos de eutrofización o afectación al acuífero.</td></tr>
<tr><td>Necesidad de mantenimiento</td><td>Permanente.</td></tr>
<tr><td>Control</td><td>Bitácora, Monitoreo, fotografías, Informes técnicos mensuales, inspecciones estructurales semestrales del pozo, análisis certificados de laboratorio.</td></tr>
</table>

Que, en virtud de lo anteriormente expuesto, la promovente considera:

1. Que la instalación y operación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), al interior del desarrollo autorizado “Aldea Nizuc”, no generarán impactos ambientales negativos severos, ya que sus actividades fueron diseñadas conforme a los lineamientos técnicos y normativos vigentes, incluyendo lo dispuesto en la NOM-001-SEMARNAT-2021 para infiltración

de efluentes al subsuelo y la regulación de descargas ante la Comisión. Nacional del Agua (CONAGUA).

2. Que el sistema técnico de tratamiento que compone a ambas plantas, incluyendo los módulos de desgasificación, filtrado, desinfección y vertimiento controlado mediante pozos especializados, cumple con criterios de eficiencia y seguridad ambiental que aseguran la no afectación a la calidad del agua del acuífero profundo, ni a la disponibilidad del recurso, ni a la salud pública.

3. Que los impactos ambientales potenciales han sido evaluados como despreciables o moderados, y que las medidas de mitigación propuestas permiten su adecuada contención y regulación, evitando desequilibrios ecológicos y asegurando el cumplimiento con los estándares de calidad ambiental.

4. Que tanto la POI como la PTAR forman parte de la infraestructura técnica interna del desarrollo “Aldea Nizuc” y que sus vertimientos no están destinados a cuerpos de agua superficiales, sino que se llevan a cabo bajo infiltración profunda, supervisada y monitoreada en tiempo real, lo cual minimiza riesgos y garantiza trazabilidad del cumplimiento ambiental durante toda su operación.

5. Que la promovente ha previsto un esquema de mantenimiento permanente, bitácoras de seguimiento, monitoreos fisicoquímicos y auditorías ambientales periódicas, lo que representa un compromiso operativo responsable con la sostenibilidad del entorno y el cumplimiento regulatorio.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico del escenario

Conforme a la información generada, valorada y analizada en los capítulos anteriores, se han identificado y evaluado los posibles impactos ambientales derivados de la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa (POI) y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), ambas localizadas al interior del desarrollo autorizado "Aldea Nizuc".

El análisis de impacto ambiental ha demostrado que, si bien existen efectos asociados a la perforación de pozos, manejo de salmuera, y la infiltración de efluentes, dichos efectos han sido calificados como despreciables o moderados y son altamente controlables mediante las medidas de prevención y mitigación propuestas, que cumplen con las disposiciones de la NOM-001-SEMARNAT-2021 y con los lineamientos de la CONAGUA.

VII.2 Escenario Ambiental Modificado

El escenario ambiental previsto con la implementación de este proyecto no representa cambios significativos ni irreversibles en la calidad, estructura o dinámica del entorno físico, biológico ni socioeconómico inmediato. Esto se debe a que las acciones se llevarán a cabo en zonas de servicios previamente autorizadas que forman parte del proyecto en desarrollo "Aldea Nizuc", y que ya han sido objeto de evaluación ambiental y cuentan con resolutivos vigentes emitidos por la SEMARNAT.

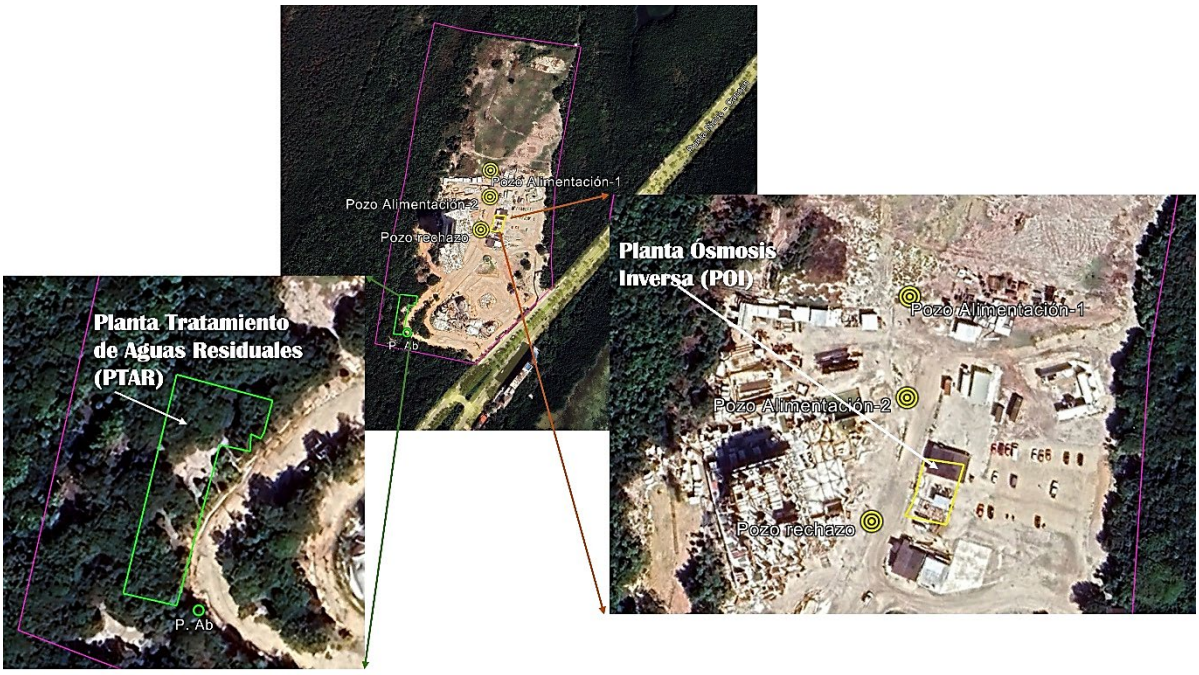
La planta desaladora (POI) utilizará tecnología de ósmosis inversa con alto rendimiento y eficiencia energética, y operará bajo un esquema de monitoreo continuo y automatizado, lo que garantiza un control estricto de calidad y volumen del recurso hídrico extraído y rechazado. A su vez, la PTAR contará con un sistema avanzado de tratamiento biológico y desinfección UV o clorada, permitiendo la infiltración controlada del efluente tratado al acuífero profundo, sin riesgo sanitario ni ambiental.

Desde la perspectiva visual y paisajística, las instalaciones han sido proyectadas para mantenerse discretas e integradas al entorno, haciendo uso de infraestructura parcialmente subterránea o de baja altura que respete el diseño del conjunto urbano, con bajo nivel de emisión sonora y sin generación de olores perceptibles.

Finalmente, el proyecto promueve los objetivos de sostenibilidad y resiliencia urbana al garantizar el autoabastecimiento de agua potable y el tratamiento eficiente de aguas residuales, sin depender de redes municipales, contribuyendo así a la conservación del acuífero, al fortalecimiento del equilibrio hídrico y al cumplimiento de los ODS 6 y 11.

ESCENARIO SIN PROYECTO

En caso de que no se lleve a cabo la instalación y operación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el interior del predio donde se construye el proyecto autorizado “Aldea Nizuc”, el predio conservaría su función como zona de servicios, contemplada en el estudio d del proyecto inmobiliario. Esta zona fue diseñada para albergar equipamientos técnicos y operativos necesarios para el funcionamiento interno del desarrollo.



Sin embargo, la ausencia del presente proyecto implicaría un escenario menos favorable en términos de sostenibilidad hídrica y manejo ambiental, ya que:

1. El abastecimiento de agua potable podría depender de redes externas o sistemas logísticos más complejos, lo cual aumentaría la presión sobre los sistemas públicos y generaría mayores riesgos en términos de disponibilidad, continuidad y calidad del suministro.

2. Las aguas residuales generadas por el conjunto habitacional tendrían que canalizarse hacia otras PTAR fuera del desarrollo o gestionarse con soluciones menos eficientes, con un mayor riesgo de sobrecarga en la infraestructura existente o incluso con potenciales descargas no controladas.

3. El balance hídrico de la zona podría verse comprometido, ya que el volumen de agua aprovechado no se procesaría internamente para su reutilización o infiltración controlada, lo que limitaría las posibilidades de recarga del acuífero profundo y reduciría la autosuficiencia hídrica del conjunto urbano.

4. El sitio conservaría sus características actuales como área ya intervenida, pero **sin aprovechar de forma eficiente su vocación de infraestructura técnica (servicios)**, lo que representaría una subutilización del suelo destinado a servicios y equipamiento.

5. Finalmente, **no contar con un sistema propio de tratamiento y distribución del agua implica mayores costos operativos, menor control ambiental y mayores emisiones asociadas al transporte y operación de alternativas externas**, en contraposición con los principios de eficiencia y autosuficiencia urbana planteados por el desarrollo "Aldea Nizuc".

En consecuencia, el escenario sin proyecto **limita la eficiencia operativa, la seguridad sanitaria y el cumplimiento de objetivos de sustentabilidad**, tanto del propio conjunto inmobiliario como del entorno inmediato.

ESCENARIO CON PROYECTO

La instalación y operación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), junto con sus respectivos pozos de captación, rechazo y absorción, dentro del desarrollo autorizado "Aldea Nizuc", representa un paso estratégico hacia la consolidación de un modelo de gestión hídrica sustentable y autónoma para el conjunto inmobiliario. Este proyecto se alinea plenamente con la vocación técnica del área de servicios previamente delimitada dentro del Lote 3, y fue contemplado en la modificación autorizada del proyecto madre, mediante el oficio No. 04/SGA/1899/2021.

Desde el punto de vista ambiental y urbano, **el escenario con proyecto representa una oportunidad para fortalecer la resiliencia hídrica, mejorar la eficiencia en el uso de recursos, y garantizar el cumplimiento normativo en materia de agua potable y saneamiento**, conforme a las disposiciones de la NOM-001-SEMARNAT-2021, la Ley de Aguas Nacionales, y las regulaciones del Plan de Desarrollo Urbano de Cancún.

Ambas plantas se instalarán en polígonos previamente destinados a infraestructura técnica, por lo que no se requerirá desmonte, remoción de vegetación ni afectación al paisaje natural, lo cual minimice cualquier intervención adicional en el sitio. Su implementación, además, contribuirá a reducir la presión sobre las redes públicas de agua potable y drenaje sanitario, disminuyendo así las externalidades negativas de un desarrollo urbano de alta demanda.

La POI permitirá el abastecimiento constante de agua potable de alta calidad, procesada a partir de agua salobre con tecnología de ósmosis inversa, lo que asegura una solución robusta y técnicamente validada para las condiciones hidrogeológicas de la zona costera. Por su parte, la PTAR tratará internamente las aguas residuales generadas por el desarrollo, infiltrando el efluente ya tratado al subsuelo mediante un pozo de absorción diseñado de acuerdo con las condiciones geohidrológicas locales, asegurando así la protección del acuífero y su equilibrio.

Finalmente, la implementación de este sistema dual de tratamiento representa un modelo replicable de infraestructura sustentable en zonas turísticas con alto potencial de crecimiento.

Está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 y 11, y promueve la eficiencia, la circularidad del recurso hídrico y la reducción de la huella ambiental del proyecto.

Lo anterior arroja escenarios que se puedan presentar los que se exponen a continuación:

Actividad (tensor)	Factor ambiental	Escenarios posibles y probables.
Instalación	Aire Agua Medio perceptual Socioeconómico	Impacto. De moderada magnitud e intensidad. Duración corto plazo, con medidas de mitigación. • Durante las actividades de instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI), la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y sus pozos asociados, se causarán efectos directos e indirectos en el aire, el agua y el entorno inmediato. • En el sitio habrá movimiento de equipo y maquinaria, así como presencia de trabajadores, lo que producirá ruido y emisiones atmosféricas que podrían afectar a usuarios del desarrollo. Este impacto se minimizará al utilizar equipo y maquinaria en óptimas condiciones y al controlar las emisiones. En relación con el escenario se estiman acertados los siguientes aspectos puntuales: • Se trata de obras compatibles con el uso de suelo autorizado dentro del desarrollo “Aldea Nizuc”, ya previsto como zona de servicios. • El proyecto es coherente con el POEL del Municipio de Benito Juárez, y si bien el PDU de Cancún no contempla como permitido el uso de suelo para servicios urbanos en zonas Turístico Habitacional, la POI y la PTAR no constituyen servicios urbanos generales, sino infraestructura técnica privada destinada al autoabastecimiento del desarrollo autorizado “Aldea Nizuc”; por tanto, funcionan como equipamiento interno, alineado con los objetivos de sostenibilidad del ordenamiento ecológico y urbano. • Se generan empleos y aportación a la economía local y regional, tanto directa como indirectamente. • Se integran sistemas técnicos de calidad que no requieren afectación adicional al entorno natural. • Se cumplen disposiciones federales, estatales y municipales mediante el pago de derechos, permisos e inspecciones derivadas del proyecto.

Operación, Mantenimiento	Unidades de paisaje Socioeconómicos.	<u>Impactos positivos permanentes.</u> De alta magnitud e intensidad. Duración permanente. • El proyecto se ajusta a los límites, objetivos y posibilidades establecidos en el POEL y el PDU. • Producción de agua potable a partir de la POI con sólidos disueltos < 500 ppm y reúso responsable del agua en el desarrollo. • Infiltración de efluente tratado por la PTAR a través de pozo profundo conforme a la NOM-001-SEMARNAT-2021. • Generación de empleos técnicos y administrativos para operación y mantenimiento. • Fortalecimiento de la infraestructura autosuficiente del desarrollo, sin dependencia de redes públicas. • Se ejecuta monitoreo constante del agua tratada y de rechazo, con reportes y cumplimiento ante CONAGUA. • Pagos de derechos, contribuciones y cumplimiento con obligaciones fiscales y ambientales ante las autoridades competentes.

VII.4 Conclusiones

Con base en el análisis técnico y ambiental efectuado, se concluye que el proyecto que contempla la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa (POI), una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y sus respectivos pozos de captación, rechazo y absorción, es ambientalmente viable, al no representar impactos severos o irreversibles en los componentes del medio natural.

El proyecto se desarrollará dentro de polígonos previamente autorizados y acondicionados para infraestructura técnica, lo que elimina la necesidad de remoción de vegetación y garantiza que no se generen impactos adicionales sobre el ecosistema. No se fragmenta hábitat alguno, no se afecta fauna o flora silvestre, ni se compromete la salud humana.

Además, el sistema de tratamiento y disposición propuesto cumple con las normas técnicas y jurídicas vigentes, incluyendo la NOM-001-SEMARNAT-2021 y lo establecido por la CONAGUA para el aprovechamiento y disposición de aguas.

La implementación de medidas preventivas y de mitigación propuestas —todas con fundamento en el principio de precaución— garantizan la minimización efectiva de impactos negativos, incluso de aquellos de baja probabilidad o mínima magnitud.

El proyecto refuerza los objetivos de sostenibilidad hídrica y eficiencia operativa del desarrollo “Aldea Nizuc”, permitiéndole no depender de infraestructura municipal, y alineándose con los principios de ciudades resilientes, autosuficientes y con manejo responsable de sus recursos hídricos.

Por lo anterior, se concluye que la ejecución del presente proyecto no sólo es compatible con el marco ambiental y urbano vigente, sino que representa una contribución positiva al ordenamiento, eficiencia y sustentabilidad del entorno urbano y ecológico.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

La base del modelo utilizado se fundamenta en las propuestas de valoración del impacto ambiental y uso territorial expuestas por Gómez Orea, D. (1999) en su obra "Evaluación de Impacto Ambiental, 2ª edición" publicada por Mundiprensa editores. Para este análisis, se desarrolló una matriz de importancia ambiental, donde la valoración se realiza a partir de una matriz de impactos, siguiendo el método propuesto por Conesa (1993).

El modelo se inicia con el conocimiento del medio, del proyecto y de las interacciones entre ambos durante las fases de perforación, instalación y operación. La valoración ambiental del proyecto comienza con el diseño del modelo conceptual mediante un diagrama de flujos o grafo, que indica, de manera no limitativa, los submodelos que se insertan en él. El proyecto se tamiza en dos matrices de importancia, de las cuales se identifican los impactos más relevantes, para luego realizar la matriz depurada de impactos.

Este estudio se apoya en análisis técnicos, incluyendo estudios geohidrológicos, la caracterización de efluentes y las especificaciones técnicas de las plantas POI y PTAR, así como la legislación vigente aplicable en materia ambiental, urbana, hidráulica y sanitaria a través de los cuales se imponen medidas correctoras o protectoras para mitigar los efectos de las acciones a realizar y prevenir aquellos que se pudieran generar en la etapa de operación.

Entre los elementos técnicos que sustentan esta manifestación incluyen:

- Estudios previos autorizados por SEMARNAT para el desarrollo del proyecto en construcción denominado "Aldea Nizuc antes, Puerto NIzuc".
- Información técnica del sistema de ósmosis inversa (membranas, capacidad de recuperación, volumen de rechazo y diseño del pozo de inyección).
- Especificaciones técnicas de la PTAR, incluyendo parámetros de diseño del efluente tratado y su cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-2021.
- Estudio de caracterización geohidrológica del predio.
- Catálogos oficiales de flora y fauna, instrumentos de planeación vigentes (POEL y PDU de Cancún).
- Estudios topográficos, planos de ubicación y de obra.

La integración ambiental (Gómez Orea, D. 1999. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa. Capítulo 4: Integración Ambiental) implica que un proyecto y su entorno deben entenderse como subsistemas de un sistema más amplio que los engloba. El proyecto no

puede ser algo sobrepuesto al medio, y mucho menos contrapuesto a él, sino que la relación proyecto-entorno debe entenderse como las partes de un sistema coherente, armónico y funcional. Por lo tanto, la incoherencia del tipo de proyecto, la sobreexplotación de los recursos, la discordancia ecológica, paisajística, social o territorial y la contaminación de los vectores ambientales (aire, agua y suelo) son los problemas que se intentan identificar y reducir.

Este razonamiento conduce al inicio de la evaluación del impacto ambiental en términos de su integración en el entorno, y en este sentido, se evaluaron los siguientes aspectos:

1. Razonabilidad del proyecto respecto al entorno, considerando que se sitúa dentro de un desarrollo previamente autorizado y cuenta con compatibilidad parcial con los usos previstos por el POEL y fundamentación jurídica-administrativa ante las restricciones del PDU de Cancún.

2. Ubicación estratégica del proyecto, ya que se inserta en polígonos ya destinados para infraestructura técnica, lo cual minimiza la necesidad de intervención física adicional.

3. Comportamiento de influentes y efluentes, garantizando que el agua utilizada será manejada bajo criterios de sustentabilidad, y que los residuos serán tratados o infiltrados conforme a lo establecido en la normativa aplicable.

Este enfoque metodológico permite confirmar que el proyecto es viable ambientalmente, técnicamente sustentado, jurídicamente defendible y alineado con los principios de desarrollo sustentable que guían la gestión ambiental actual en México.

Referencias

Aldape P., Guadalupe, 2010. La configuración del espacio turístico en Cancún, Quintana Roo, México. Tesis de doctorado. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España. En: https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2010/gap/extensiones%20verdes%20privadas%20los%20campos%20de%20golf.htm. Consultada: Diciembre, 2020.

Arpacik, A., Sari, A., Gündogdu, E., y Baskaya, S., 2016. Effects of roads on wildlife in Azdavay / Kartdag wildlife reserve area. 1st International Symposium of forest Engineering and Technologies (FETEC2016). Bursa, Turquía.

Bojórquez-Tapia, L.A., Ezcurra, E., y García, O., 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. J Environ Manag 53: 91 – 9.

Canter, L. W., 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnica para la elaboración de estudios de impacto. 2ª. Edición. Edt. McGraw-Hill – Interamericana. Madrid, España. 841 p.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), Estado de Yucatán. Diario Oficial de la Federación, 21 de abril de 2015. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103392/DR_3105.pdf. Consultado: Agosto, 2018.

Espinoza, G., 2002. Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo – Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago, Chile. 259 p.

Fragoso-Servón, P., Bautista, F., Frausto, O., Pereira, A., 2014a. Caracterización de las depresiones kársticas (formas, tamaño y densidad) a escala 1:50,000 y sus tipos de inundación en el estado de Quintana Roo. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 31(1): 127 – 137 pp.

Fragoso-Servón, P., Pereira, A., Frausto, O, y Bautista, F., 2014b. Relación entre la geodiversidad de Quintana Roo y su biodiversidad. QUIVERA 16(1): 97 – 125.

Francis, C. D., y Barber, J. R., 2013. A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. Front Ecol Environ 11 (6): 305 – 313 p.

Francis, C. D., Ortega, C. P., y Cruz, A., 2009. Noise pollution changes avian communities and species interactions. Current Biology 19: 1415 – 1419 p.

Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua, 2012. Primer informe de validación en campo: Humedales zona costera norte de Quintana Roo (Sistema Lagunar Nichupté). En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102203/Nichupt_.pdf. Consultado: Marzo, 2021.

Forcada D., E., 2000. El impacto ambiental en la agricultura: metodologías y procedimientos. Edt. Analistas Económicos de Andalucía. 323 p.

García, E., 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 5ª Edición. Instituto de Geografía, UNAM. 89 p.

Gómez-Orea., D., 1999. Evaluación del impacto ambiental: Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Edic. Mundi Prensa. Edt. Agrícola Española, S. A.. Madrid, España. 700 p.

Ijäs, A., Kuitunen, M. T., y Jalva., K., 2010. Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance assessment. Environmental Impact Assessment Review 30: 82 – 89.

IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. 205 p.

Jensen, A., y Laursen, K., 1998. *Use of the Rapid Impact Assessment Method (RIAM) on the fly ash landfill at the power station Vestkraft I/S in Esbjerg.* Danish Envivironmental Protection Agency, 24p.

Karami, M., Ahmadi., H., y Karami, K., 2016. Environmental impacts assessment of construction and utilization phases of tourism projects in Karum Dam IV, Iran. Caspian J. Envrion. Sci 14(2): 165 – 175.

Kuitunen, M., Jalava, K., y Hirvonen K., 2008. Testing the usability of the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) method for comparison of EIA and SEA results. Environmental Impact Assessment Review 28: 312 - 320.

Kumar, H., Singh, V., y Karmakar, N.C., 2019. Environmental impact assessment of a limestone mine applying rapid impact assessment matrix. 8th Asian Mining Congress, 6 – 8 November 2019, Kolkata, India. En: https://www.researchgate.net/publication/337495707_ENVIRONMENTAL_IMPACT_ASSESSMENT_OF_A_LIMESTONE_MINE_APPLYING_RAPID_IMPACT_ASSESSMENT_MATRIXRIAM. Consultado: Marzo, 2021.

Mahini, A.S., Momeni, I., y Karimi, S., 2011. Towards improvements of environmental impact assessment methods – A case study in Golestan Province, Iran. World Applied Sciences Journal 15 (1): 151 – 159.

Mestre S., V., S/F. Contaminación por ruido. Escuela de Organización Industrial. En. https://www.eoi.es/es/file/18609/download?token=mNmUGNpP. Consultado: Abril, 2017.

Mihaiescu, R., Pop, A. I., Muntean, O.L., Mihaiescu, T., Malos, C., Oprea, M. G., Dezsi, S., Ozunu, A., Arguhius, V., Baciu, N., Rosian, G., y Macicasan, V., 2015. The use of

rapid impact assessment matrix (RIAM) in assessing the environmental impacts in protected areas: Case study: Mountain glacial lakes areas in Romania. ProEnvironment 8: 629 – 636.

Momeni, I., Mahini, A.S., y Karimi, S., 2011. An introduction to improvement of environmental impact assessment methods in Iran. World Applied Sciences Journal 12 (9): 1536 – 1543.

Pastakia, C.M.R., 1998. *The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)- A New Tool for Environmental Impact Assessment.* K Jensen Olsen & O Fredensborg (eds.), Denmark, pp. 8-19.

Pastakia, C.M.R., y Jensen, A., 1998. The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) for EIA. Environment Impact Assess Rev Review 18: 461 – 482.

Pastakia, C.K., y Madsen, A., 1998. Rapid assessment matrix for use in water related projects. *Environmental Impact Assessment Review* 18: 461-482.

Pereira-Corona, A., Fragoso-Servón, P., y Frausto-Martínez, O., 2016. Suelos, agua, inundaciones y cambio climático en zonas de karst: el caso de Quintana Roo, México. GEOS 36(2): 275 – 290.

Pérez V., G., y Carrascal, E., 2000. El desarrollo turístico en Cancún, Quintana Roo y sus consecuencias sobre la cubierta vegetal. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM, 43: 145 – 166 p.

Peris, S. J., y Pescador, M., 2004. Effects of traffic noise on passerine populations in mediterranean wooden pastures. Applied Acoustics 65: 357 – 366 p.

Valizadesh, S., y Hakimian, H., 2018, Evaluation of waste management options using rapid impact assessment matrix and Iranian Leopold matrix in Birjand, Iran. International Journal of Environmental Science and Technology. Doi.org/10.1007/s13762-018-1713-z.

Servicio Geológico Mexicano, 2006. Carta Geológico-Minera Cancún F16-8. En: http://www.sgm.gob.mx/cartas/Cartas_Ed.jsp. Consultada: Marzo, 2021.

Warren, P. S., Katti, M., Ermann, M., y Brazel, A., 2006. Urban bioacoustic: it's not just noise. Animal Behaviour 71: 491 – 502 pp.